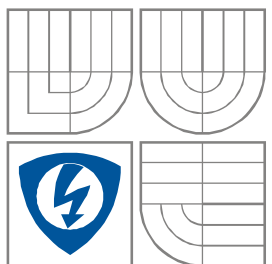


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

# Diagnostika nemocí ze snímků sítnice pro číslicové zpracování obrazů

Diseases diagnosing from the retina images for the digital image processing

Bakalářská práce

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

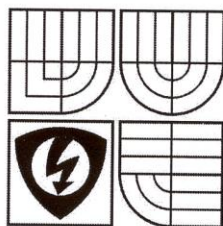
Anna Chmurová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Pavel Taševský

**BRNO, 2010**



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

Ústav biomedicínského inženýrství

# Bakalářská práce

bakalářský studijní obor  
**Biomedicínská technika a bioinformatika**

**Student:** Anna Chmurová

**Ročník:** 3

**ID:** 106150

**Akademický rok:** 2009/10

## NÁZEV TÉMATU:

**Diagnostika nemocí ze snímků sítnice pro číslicové zpracování obrazů**

## POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Prostudujte princip snímání fotografií očního pozadí pomocí fundus kamery. Vytvořte seznam nemocí, které lze diagnostikovat z těchto snímků. Seznam doplňte o barevné RGB snímky a dále zobrazte jednotlivé RGB složky zvlášť. Přehledně popište jednotlivé symptomy, tak aby bylo možné snáze navrhnout číslicovou metodu pro automatickou diagnózu nemoci. Navrhněte a realizujte algoritmus v prostředí Matlab pro vhodné předzpracování těchto snímků, tak aby symptomy jednotlivých nemocí byly zvýrazněny. Zhodnoťte dané symptomy před a po aplikaci předzpracování.

## DOPORUČENÁ LITERATURA:

- [1] Kozumplík J, Kolář R, Jan J: Číslicové zpracování signálů v prostředí matlab. Brno: FEKT VUT v Brně, 2001.
- [2] Jan J: Číslicová filtrace, analýza a restaurace signálů. Brno: VUTIM Press, 2002.

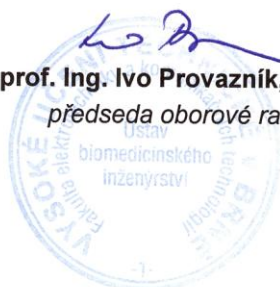
**Termín zadání:** 8.2.2010

**Termín odevzdání:** 31.5.2010

**Vedoucí práce:** Ing. Pavel Taševský

**Konzultanti bakalářské práce:**

prof. Ing. Ivo Provazník, Ph.D.  
předseda oborové rady



## UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

## ***Anotácia***

Táto bakalárska práca sa zaoberá snímaním očného pozadia pomocou fundus kamery. Obsahuje tiež zoznam niektorých chorôb, ktoré sa na očnom pozadí viditeľne prejavujú. Každé ochorenie je navyše doplnené o snímky zobrazujúce symptómy daného ochorenia. Tie sú následne rozložené na jednotlivé RGB zložky. V ďalšom kroku sú snímky očného pozadia filtrované prostredníctvom funkcií vytvorených v programe MATLAB tak, aby boli symptómy ochorenia čo najviditeľnejšie.

### **Kľúčové slová**

sietnica, fundus, fundus kamera, ochorenia očného pozadia

## ***Annotation***

This bachelor's paper deals with the scanning of fundus using a fundus camera. It also contains the list of some retinal diseases which visibly appear on fundus. Moreover, every disease is illustrated with pictures showing the symptoms of the given disease. These pictures include separated RGB channel layers. Consequently, the pictures of fundus are filtrated by function created in MATLAB in order to make the symptoms as visible as possible.

### **Keywords**

retina, fundus, fundus camera, retinal diseases

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Diagnostika nemocí ze snímků sítnice pro číslicové zpracování obrazů jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne 31. května 2010

.....

podpis autora

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Pavlovi Taševskému za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne 31. května 2010

.....

podpis autora

# Obsah

## Úvod

1	Oko.....	1
1.1	Časti oka a ich funkcia.....	1
1.2	Sietnica .....	2
2	Vyšetrenie očného pozadia .....	3
2.1	Fundus kamera .....	3
3	Spracovanie snímok .....	5
4	Zoznam nemocí.....	7
4.1	Neproliferatívna diabetická retinopatia .....	7
4.2	Proliferatívna diabetická retinopatia.....	9
4.3	Hypertezná retinopatia.....	11
4.4	Oklúzia centrálnej retinálnej artérie .....	13
4.5	Bodová vnútorná choroidopatia.....	15
4.6	Perivaskulitída .....	17
4.7	Rozširujúca sa chorioiditída .....	19
4.8	Ischemická neuropatia zrakového nervu .....	21
4.9	Papillitída.....	23
4.10	Choroidálna neovaskularizácia .....	25
4.11	Choroidálny melanóm .....	27
4.12	Chlorochínová makulopatia.....	29
4.13	Centrálna serózna chorioretinopatia .....	31
4.14	Viteliformná makulárna degenerácia.....	33
4.15	Bestova choroba .....	35
4.16	Pattern dystrophy .....	37
4.17	„Drusen“ .....	39
4.18	Makroaneuryzmy na sietnici .....	41
4.19	Coatsova choroba .....	43
4.20	Syndróm okulárnej histoplazmózy .....	45
	Záver.....	47
	Použitá literatúra.....	48

# Úvod

Snímanie očného pozadia pomocou fundus kamery je rozšírená metóda slúžiaca k diagnostike chorôb, ktoré sa prejavujú zmenami na funde. Sú to predovšetkým ochorenia cievneho riečiska sietnice, nemoci makuly, zrakového nervu či okolitých tkanív.

Táto práca sa zaoberá princípom snímania očného pozadia pomocou fundus kamery a vytvorením zoznamu ochorení, ktoré sa dajú z očného pozadia diagnostikovať. Popis každého ochorenia je doplnený o snímky zhotovené fundus kamerou, na ktorých sú označené prejavy danej nemoci. Snímky z fundus kamery sú následne rozložené na jednotlivé zložky RGB (red, green, blue) pomocou krátkeho skriptu v programovacom jazyku MATLAB. Jednotlivé ochorenia sú na navyše doplnené o prehľadný popis symptómov viditeľných na očnom pozadí, čo umožňuje jednoduchší návrh číslicovej metódy pre automatickú diagnostiku daného ochorenia.

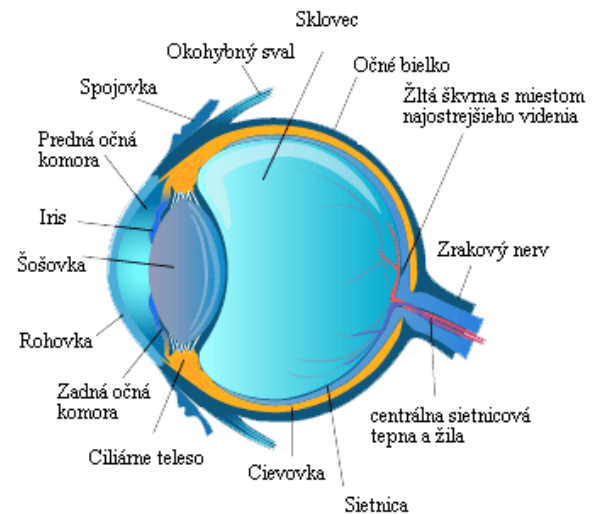
V ďalšom kroku sú snímky filtrované pomocou nástrojov vytvorených v prostredí programu MATLAB za účelom zvýraznenia symptómov daných nemocí. Následne je pri každom ochorení popísané, ako zvolený filter zlepšuje viditeľnosť týchto symptómov.

# 1 Oko

Oko je zmyslový orgán predstavujúci optickú sústavu, pomocou ktorej človek dokáže reagovať na svetlo a vnímať obrazy okolo seba.

Proces videnia zahŕňa prenos spracovaného obrazu z receptorov sietnice do mozgu pomocou zrakového nervu.

Oko má zložitú anatómiu. V nasledujúcej časti sú spomenuté niektoré z jeho dôležitých prvkov (obrázok 1).



Obrázok 1 Časti oka

## 1.1 Časti oka a ich funkcia

*Očná guľa* je vsadená do očnice, ktorá je tvorená lebečnými kosťami a vyplnená mäkkým tkanivom s svalmi. Tieto tzv. *okohybné svaly* umožňujú pohyb oka.

Vonkajšiu ochranu očnej gule zabezpečujú *horné a dolné viečko*. Zatvoria sa, aby zabránili vniknutiu cudzieho telesa alebo ostrého svetla do oka.

*Spojovka* (spojivka) je sliznica chrániaca oko pred vniknutím telies z okolia. Je umiestnená v priestore medzi očnou guľou, očnou dutinou a viečkami.

*Rohovka* sa nachádza v prednej časti oka. Je to priehľadná časť neobsahujúca cievy s optickou mohutnosťou približne 43 D.

*Bielko* je biela vrstva väziva tvoriaca 5/6 obalu oka, na ktorú sa upínajú okohybné svaly.

*Šošovka* je tvorená priesvitným tkanivom. Je uchytená závesným aparátom, pomocou ktorého dokáže meniť svoju optickú mohutnosť – tzv. schopnosť akomodácie.

*Sklovec* je orgán s rôsolovitou konzistenciou tvoriaci približne 2/3 očnej gule. Je tvorený prevažne vodou a slúži k udržaniu tvaru očnej gule.

*Dúhovka* je farebná časť oka. Jej pigmentácia určuje farbu očí človeka. V strede dúhovky sa nachádza okrúhly otvor – zrenica (pupila). Pupila má schopnosť zužovať a rozširovať sa pri svetle a v šere.

Vráskovcové teleso je tvorené hladkou svalovinou. Zabezpečuje produkciu komorového moku, ktorý sa z neho dostáva ďalej do oka.

Cievovka pozostáva z ciev a je zodpovedná za výživu vonkajšej sietnice.

*Zrakový nerv* prenáša spracovaný obraz s oka do mozgu.

*Sietnica* je priehľadná blana prepojená s mozgom. Vystiela vnútornú časť oka a obsahuje svetlocitlivé fotoreceptory umožňujúce videnie.

*Slepá škvrna* je miesto v oku, ktoré nie je pokryté svetlocitlivými bunkami .

## **1.2 Sietnica**

Sietnicu rozdeľujeme na dve hlavné vrstvy – vnútornú vrstvu sietnice a vonkajšiu vrstvu jednovrstvového retinálneho pigmentového epitelu.

K pigmentovému epitelu sietnice je priložená vrstva, ktorá obsahuje receptory. Vo fotoreceptoroch dochádza k premene svetelných podnetov z vonkajšieho okolia na elektrochemický signál, ktorý je ďalej odovzdaný zrakovému nervu.

### **Fotoreceptory**

- Čapíky

V sietnici človeka sa nachádza približne 5 miliónov čapíkov a ich množstvo sa starnutím nijako nemení. Čapíky sú mohutnejšie než tyčinky a zabezpečujú farebné videnie okolia a ostrosť zraku. Sú zoskupené v oblasti žltej škvrny, preto je videnie v tomto mieste najostrejšie. Tieto receptory sú tvorené vonkajším segmentom obsahujúcim zrkový pigment a segmentom vnútorným, v ktorom sa odohrávajú metabolické procesy.

Vo vonkajšom segmente fotoreceptorov sa uskutočňuje premena svetelnej energie na elektrický signál.

- Tyčinky

Sietnica obsahuje asi 140 miliónov tyčiniek, ktorých počet sa môže s narastajúcim vekom zredukovať až o 30%. Na rozdiel od čapíkov sú koncentrované hlavne v periférii sietnice. Tyčinky majú schopnosť rozlišovať svetelné rozdiely aj pri slabom osvetlení a umožňujú videnie iba v šedých odtieňoch. Tak ako aj čapíky, sú tieto fotoreceptory zložené z vnútorného a vonkajšieho segmentu. Vo vonkajšom segmente tyčiniek je obsiahnutý pigment rodopsin, ktorý je schopný zachytiť fotóny, čo vysvetľuje citlivosť tyčiniek na svetlo [4] [6].



## 2 Vyšetrenie očného pozadia

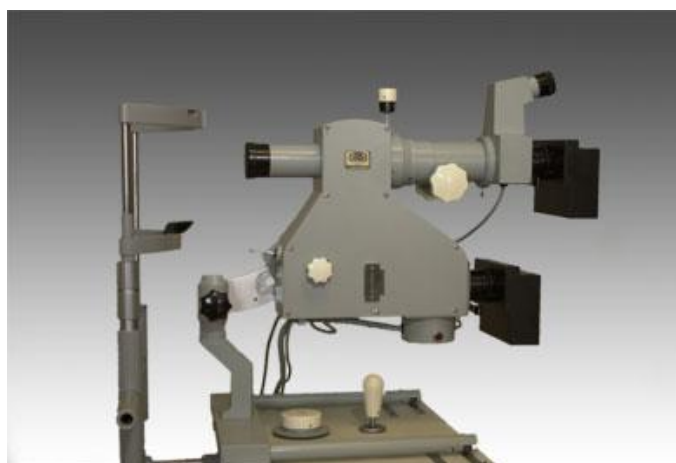
Očné pozadie je možné vyšetriť pomocou niekoľkých metód. Patria medzi ne:

- *Oftalmoskopia* predstavuje snímanie očného pozadia pomocou nástroja obsahujúceho zabudované dioptrické sklá a osvetlenie.
- *Skenovacia laserová oftalmoskopia* slúži na zobrazenie očného pozadia v sekvenciách bod po bode vo veľmi vysokej kvalite. Umožňuje tiež získať informácie o funkcii určitej oblasti sietnice.
- *Elektroretinografia* je vyšetrenie, pri ktorom sa zaznamenáva elektrická aktivita sietnice. Je pomocou nej možné pozorovať napríklad receptorový potenciál tyčíniek a čapíkov v podobe vln v elektroretinograme. To umožní hodnotiť aktivitu týchto fotoreceptorov.
- *Fluorescenčná angiografia* je vyšetrovacia metóda spočívajúca v intravenózne aplikácii roztoku obsahujúceho molekuly fluoresceínu a následnom rýchlom snímaní sekvenčných fotografií očného pozadia fundus kamerou. Fluorescenčná angiografia umožňuje zviditeľniť retinálne cievne riečisko a lepšie pozorovať možné patologické zmeny.
- *Indocyaninová angiografia* je postup vyšetrenia podobný fluorescenčnej angiografii avšak s rozdielom, že intravenózne je podaná indocyaninová zeleň. Táto metóda má svoje výhody najmä v tom, že má menej nežiadúcich účinkov než predošlé vyšetrenie a je schopná sa pomerne dlho udržať v cievnom riečisku. Takisto aj pri tejto forme vyšetrenia sa používa zobrazovací systém s vysokým rozlíšením.

### 2.1 Fundus kamera

Fundus kamera (obrázok 2) je optický prístroj, ktorý nahrádza oftalmoskop a umožňuje snímanie očného pozadia. V minulosti používané analógové fundus kamery sú v súčasnosti nahrádzané kamerami digitálnymi, ktoré poskytujú možnosť počítačovej analýzy snímok a ich jednoduchšiu archiváciu.

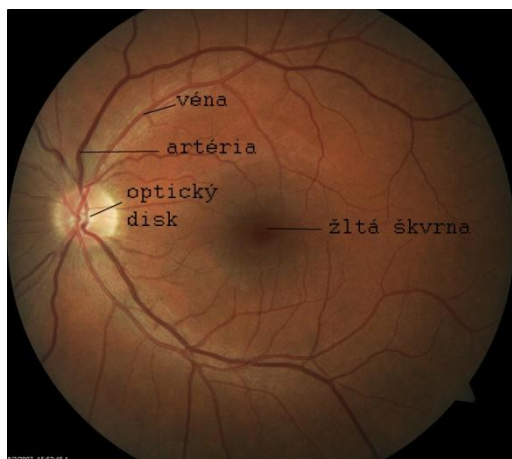
Fundus kamera poskytuje priamy zväčšený obraz očného pozadia. Získavajú sa ňou snímky zachytávajúce disk zrkavého nervu, cievy sietnice a okolité tkanivá.



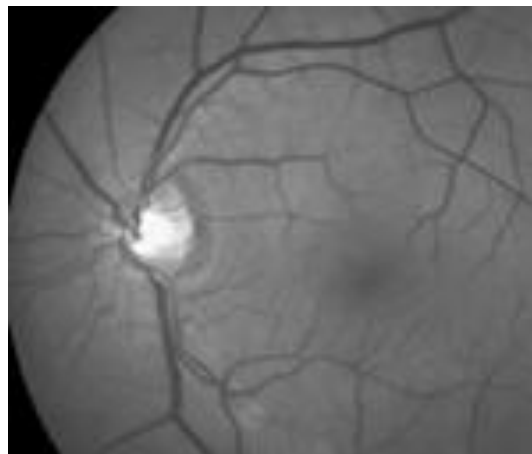
Obrázok 2 Fundus kamera

Pri snímaní očného pozadia fundus kamerou dochádza k osvetleniu fundu bielym svetlom, ktorého zdroj je zabudovaný v prístroji. Svetelné lúče vychádzajúce zo zdroja sa ďalej, po

odraze od zrkadla, dostávajú cez kotúč s červeným, modrým a zeleným filtrom. Putujú cez otvor slúžiaci pre prechod nefiltrovaného svetla a ďalšou skupinou zrkadiel a optických objektov. Následne dopadajú na zrkadlovú plochu, na ktorej sa nachádza kruhový otvor slúžiaci na prechod lúčov smerujúcich z oka do kamery. Lúče vychádzajú cez objektív von z fundus kamery. Pre dopadom na sieťnicu prechádzajú lúče celým okom a teda aj všetkými jeho optickými prostrediami, ktorých lomivosť ovplyvňuje chod lúčov. Tento jav, ktorý môže



Obrázok 3 Snímka zhotovená pomocou fundus kamery



Obrázok 4 Snímka zhotovená v režime „red-free“

spôsobiť nepresnosti pri snímaní, sa dá ovplyvniť zabudovaním niektorých optických objektov do pozorovacej optiky a tým vykorigovať stav vyšetrovaného oka. Lúče ďalej dopadajú na sieťnicu pacienta, kde dôjde k ich odrazu a pokračujú naspäť do objektívu kamery už spomínaným kruhovým otvorom. Vnútri kamery sú potom prevedené do okuláru alebo spracované na obraz zobrazujúci sa na LCD obrazovke.

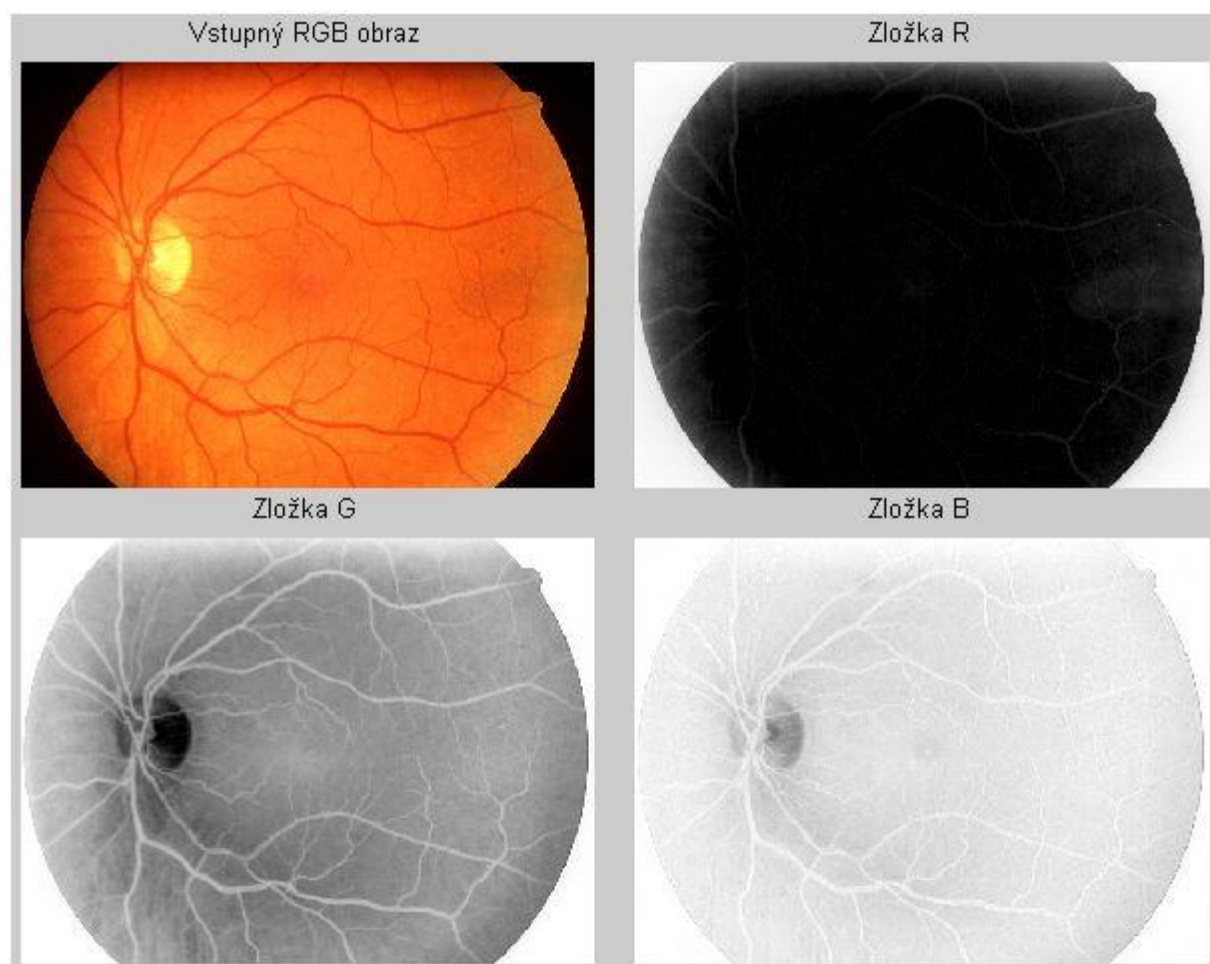
Jednotlivé typy kamier umožňujú aj ďalšie úpravy získanej snímky, ako napríklad nastavenie filtrov v kamere pre optimalizáciu zobrazenia daného defektu. Táto funkcia je využiteľná pri potrebe zvýrazniť artérie sieťnice, ktoré sú najlepšie viditeľné s použitím červeného filtra.

Nezanedbateľnou výhodou digitálnej fundus kamery je jej pripojiteľnosť k počítaču, čo poskytuje možnosť získané snímky ďalej upravovať a archivovať. Nevýhodou snímania pomocou fundus kamery je absencia trojrozmerného obrazu. Tento nedostatok je možné riešiť zosnímaním očného pozadia pod dvoma rôznymi uhlami.

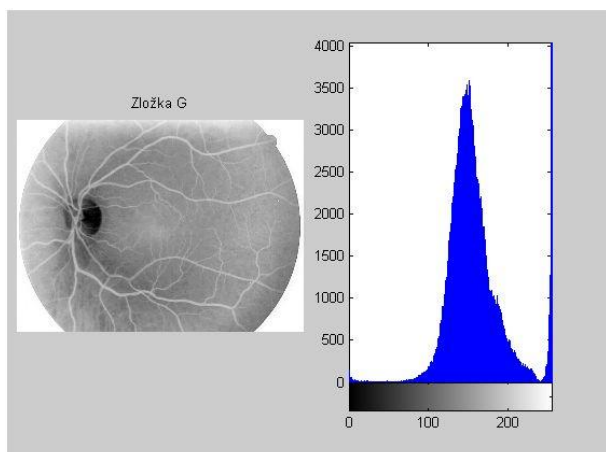
Sieťnicová kamera je schopná zaznamenať farebné snímky (obrázok 3). Na snímke očného pozadia zhotovenej pomocou fundus kamery sú viditeľné cievy, makula a optický disk. Kamera umožňuje zhotoviť aj tzv. „red-free“ snímky (obrázok 4), ktoré sa uprednostňujú pri angiografickom vyšetrení [1].

### 3 Spracovanie snímok

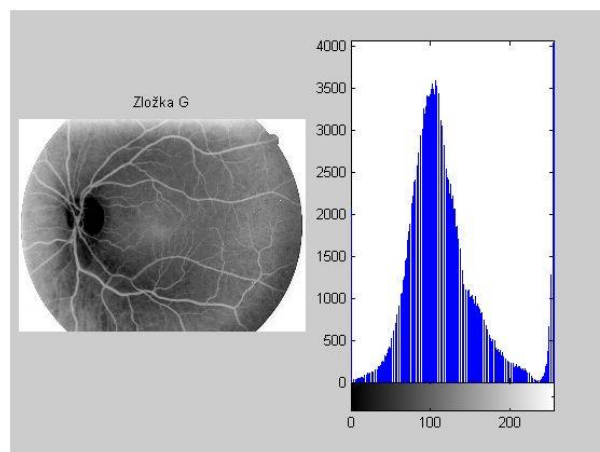
V nasledujúcej časti budú snímky očného pozadia rozložené na jednotlivé RGB zložky a následne upravované nástrojmi vytvorenými v programe MATLAB. Vytvorený program obsahuje nástroj na rozloženie snímok na RGB zložky (obrázok 5), nástroj na zobrazenie samotnej zložky G a napokon 4 nástroje upravujúce snímku s G zložkou pre dosiahnutie čo najlepšej viditeľnosti symptómov každého ochorenia v zozname. Snímka upravená daným nástrojom sa zobrazí vo vlastnom okne spolu s jej prislúchajúcim histogramom. Histogram obrazu je funkcia, ktorá priradí každej úrovni jasnosti alebo farby zodpovedajúcu početnosť príslušného jasnosti alebo farby v obraze [8].



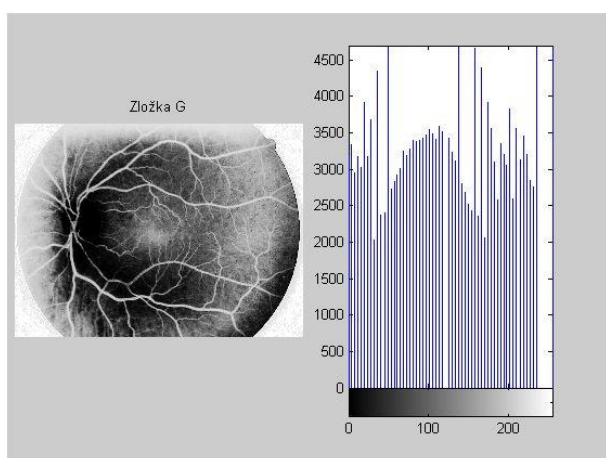
Obrázok 5 snímka očného pozadia a jej rozloženie na RGB zložky



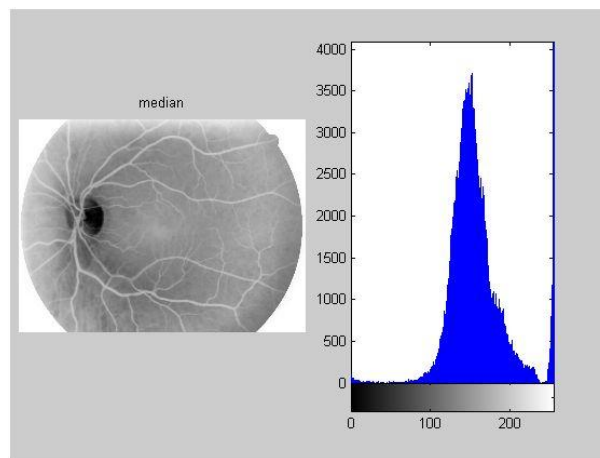
Obrázok 6 Spracovanie prvým nástrojom



Obrázok 8 Spracovanie tretím nástrojom



Obrázok 7 Spracovanie druhým nástrojom



Obrázok 9 Spracovanie štvrtým nástrojom

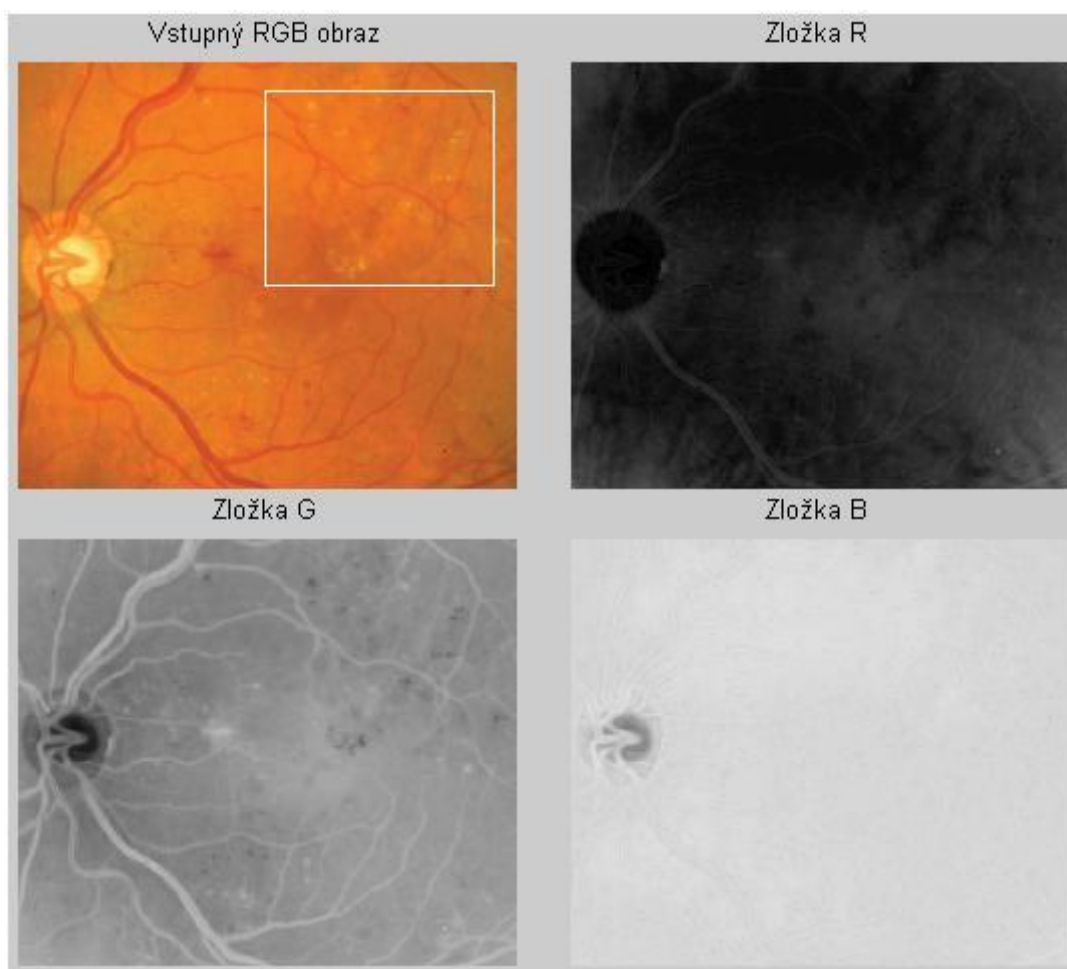
Prvý nástroj pre spracovanie snímok umožňuje zväčšenie kontrastu pomocou škálovania hodnôt. Takto upravená snímka (obrázok 6) sa len minimálne líši od snímky pôvodnej a rovnako je to aj u histogramov snímok. Použitím druhého nástroja využívajúceho funkciu „histeq“ sa zvyšuje kontrast ekvalizáciou histogramu. Na snímke očného pozadia upravenej týmto spôsobom (obrázok 7) je viditeľný výrazný kontrast cievneho systému a jeho okolia. Tretí nástroj používa funkciu „imadjust“, ktorá „premapuje“ intenzitu pixelov obrázku tak, že 1% dát má sýtosť minimálnych a maximálnych hodnôt intenzít pixelov pôvodného obrázku a zvýši tým kontrast snímky (obrázok 8). Na takto upravenej snímke je výrazne tmavý optický disk a cievny systém dobre viditeľný, podobne ako pri úprave predošlým nástrojom. Štvrtým použitým nástrojom je mediánový filter, ktorý je schopný eliminovať rozdiely jasů v okolí bodu, ktorý berieme do úvahy (obrázok 9). Predstavuje určitú metódu vyhladzovania, čo ale môže spôsobiť poškodenie ostrých hrán a rohov na obrázku.

## 4 Zoznam nemocí

### 4.1 Neproliferatívna diabetická retinopatia

Diabetická retinopatia je závažné ochorenie, ktoré v mnohých prípadoch vedie k slepote. Vznik tohto ochorenia je započatý poškodením buniek obklopujúcich stenu krvných kapilár – tzv. pericytov. Dochádza tiež k poškodeniu endotelových buniek a zhrubnutiu cievej membrány. V dôsledku tejto formy retinopatie môže nastať krvácanie do sietnice alebo vznik edémov a aneurizmát. Ochorenie môže prerásť do proliferujúcej formy [2].

Na snímke z fundus kamery (obrázok 10) sa ochorenie prejavuje ako drobné krvácanie v mnohých miestach, častá je aj prítomnosť výpotkov. Lokalizácia krvácania je po rozložení snímky na zložky RGB jednoznačne na snímke zobrazujúcej G zložku.

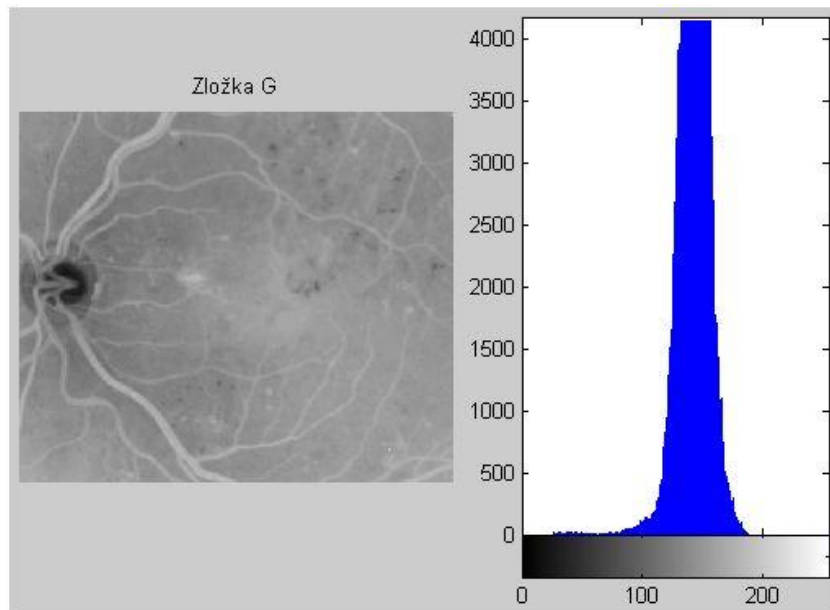


Obrázok 10 snímka očného pozadia a jej rozloženie na RGB zložky

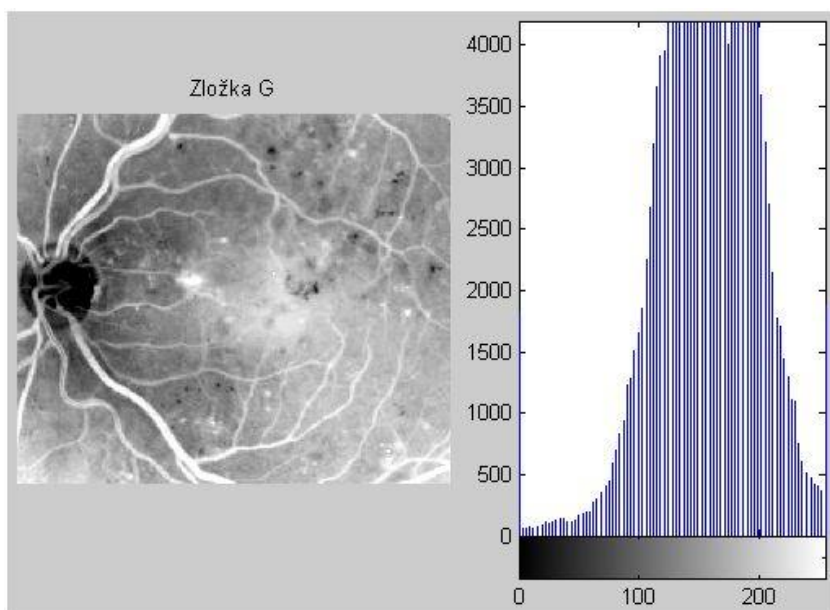
Symptómy:

- drobné škvrny predstavujúce krvácanie alebo výpotky.





Obrázok 11 zložka G a príslušný histogram



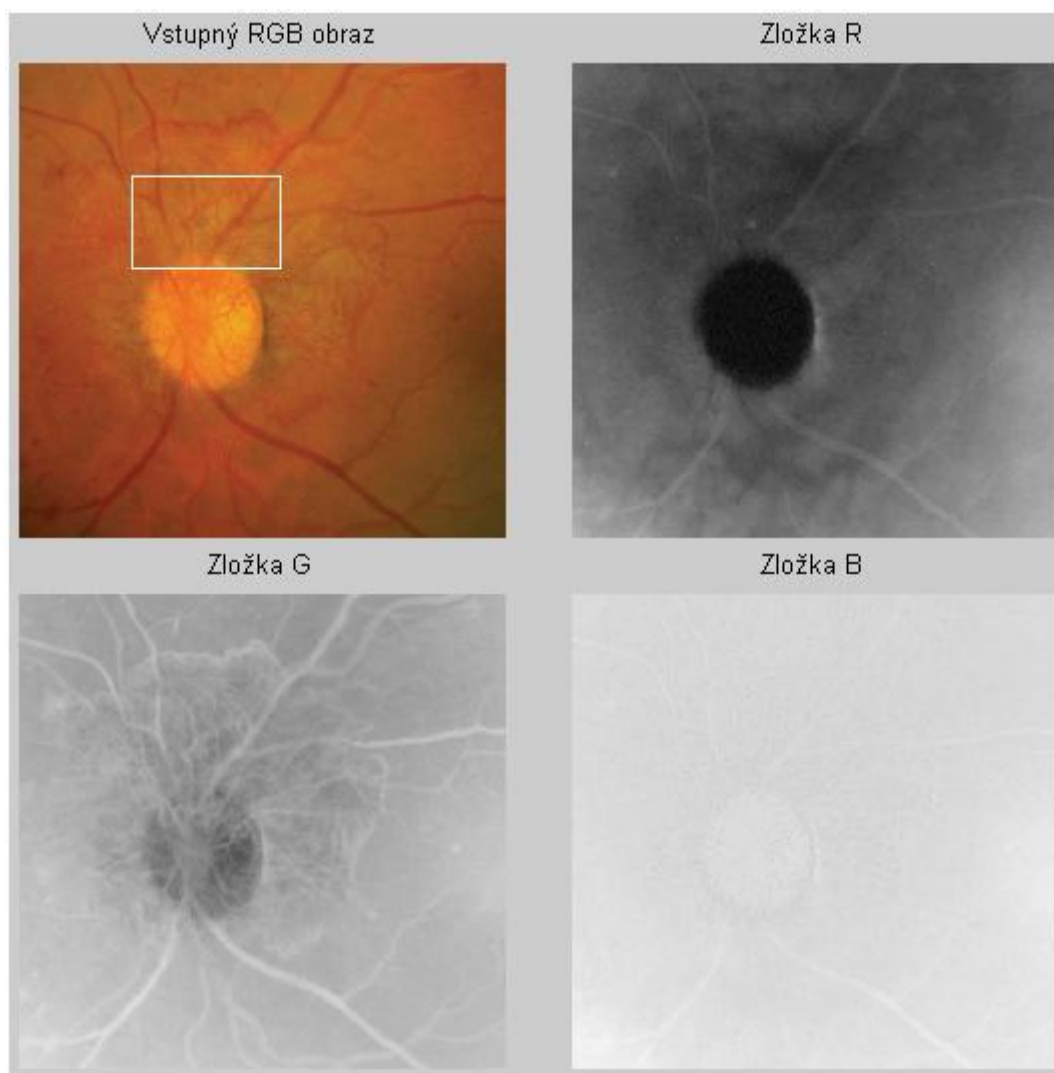
Obrázok 12 upravená zložka G a príslušný histogram

Na predchádzajúcich obrázkoch je zobrazená zložka G snímky očného pozadia pred (obrázok 11) a po úprave (obrázok 12) pomocou nástroja vytvoreného v programe MATLAB. V tomto prípade bol použitý tretí nástroj, ktorý zvyšuje kontrast snímky. Na upravenom obrázku sú symptómy ochorenia lepšie viditeľné, výpotky v podobe drobných škvŕn na očnom pozadí sú zreteľnejšie.

Takisto aj z porovnania histogramov je zrejmé, že v druhom prípade je rozloženie farieb rovnomernejšie a teda aj snímka je pre diagnostiku vhodnejšia.

## 4.2 Proliferatívna diabetická retinopatia

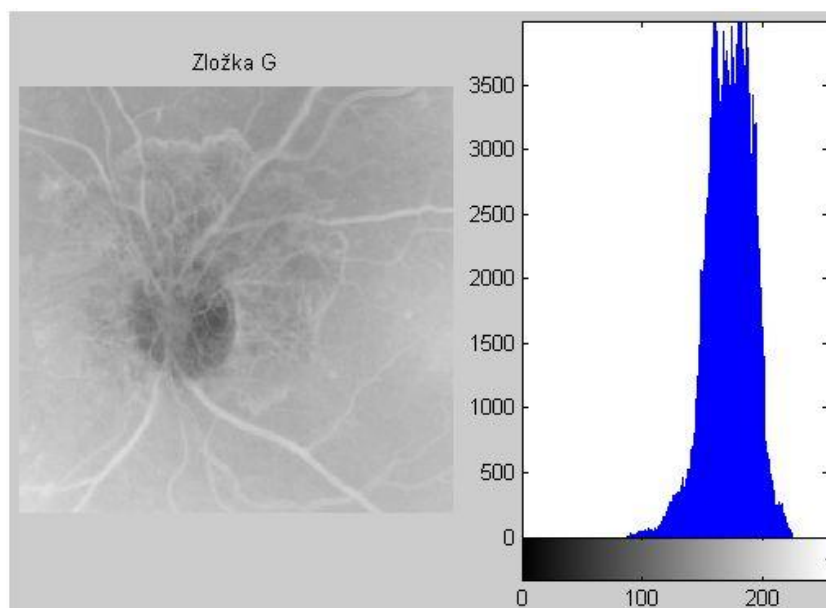
Pri nedostatočnom prekrvení sietnice často nastáva štádium neovaskularizácie, čo je abnormálne vytváranie nových ciev. Vzniknuté cievy majú tenké steny, ľahko sa poškodia až prasknú a dôjde k ďalšiemu krvácaniu. Neovaskularizácia na dúhovke a optickom disku býva dobre viditeľná pri snímaní fundus kamerou (obrázok 13). Pri menších neovaskularizáciách je vhodné použiť fluorescenčnú angiografiu pre lepšiu viditeľnosť drobných ciev [2].



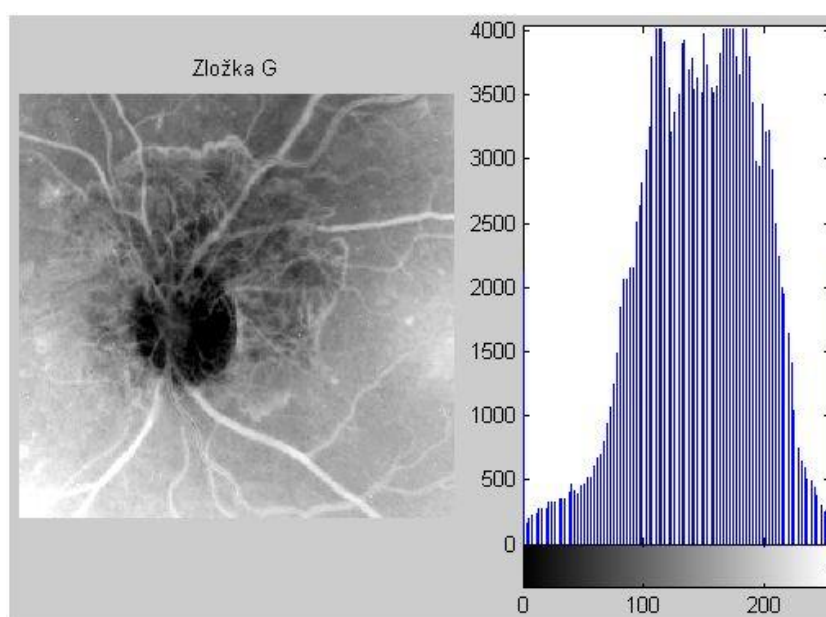
Obrázok 13 vľavo hore: snímka očného pozadia zhotovená fundus kamerou; vpravo hore: R zložka; vľavo dole: G zložka vpravo dole: B zložka

Symptómy:

- výrazná neovaskularizácia v oblasti optického disku.



Obrázok 14 zložka G a príslušný histogram



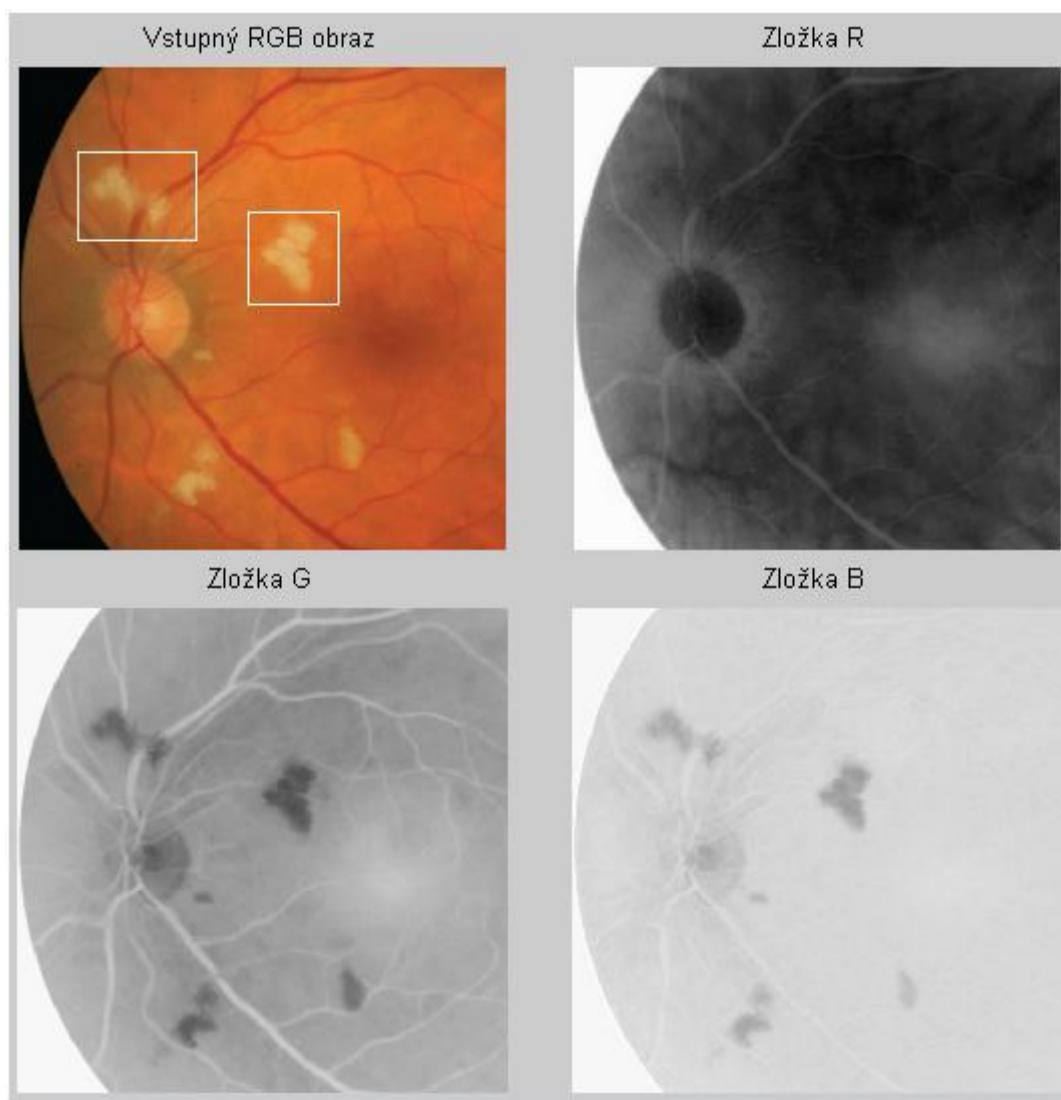
Obrázok 15 upravená zložka G a príslušný histogram

V tomto prípade obrázky znázorňujú zložku G pred (obrázok 14) a po úprave snímky (obrázok 15) použitím nástroja č. 3, ktorým sa docieli lepší kontrast a tak aj zlepšenie viditeľnosti symptómov diabetickej retinopatie. Na upravenom obrázku je neovaskularizácia v okolí optického disku zreteľnejšia vďaka tomu, že cievny systém je svetlejší a optický disk naopak omnoho tmavší než pri pôvodnej snímke.



### 4.3 Hypertezná retinopatia

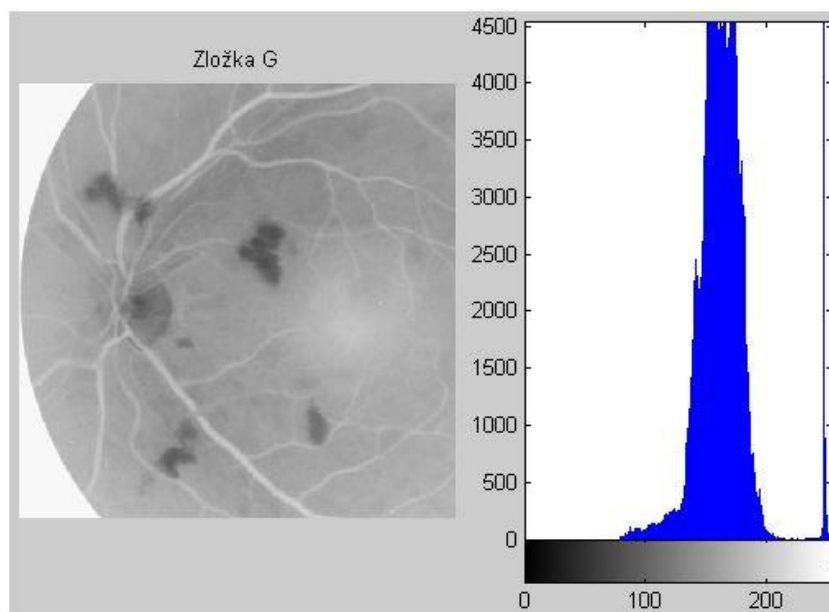
U pacientov s chronickou hypertenziou hrozí riziko zúženia ciev na sietnici, čo vedie k zhoršeniu prekrvenia sietnice. Znížená priechodnosť ciev môže spôsobiť vznik typických útvarov, ktoré sú na snímkach vyhotovených pomocou fundus kamery viditeľné ako biele mäkké „vatovité“ škvrnky (obrázok 16). Z dôvodu poškodenia ciev je vysoko pravdepodobný aj vznik výpotkov a drobného krvácania na sietnici [2].



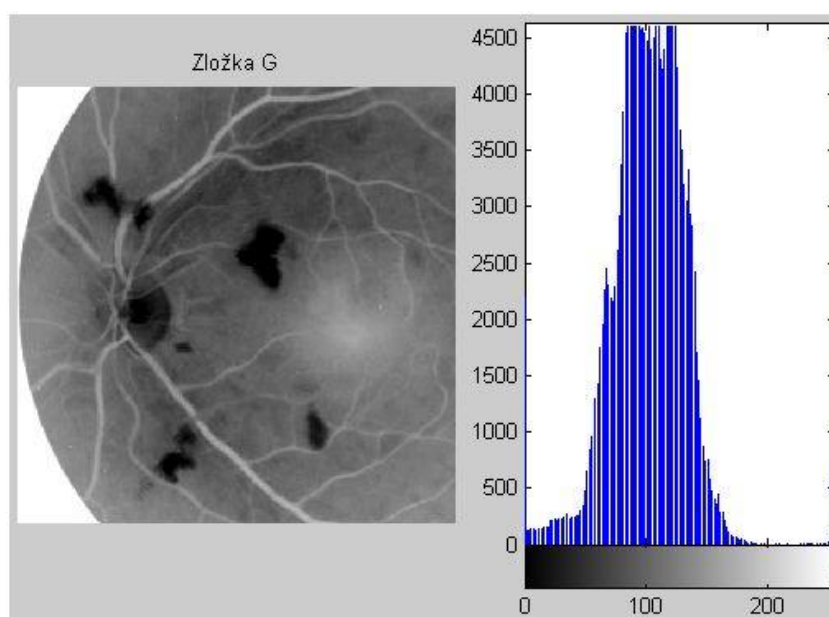
Obrázok 16 vľavo hore: snímka očného pozadia zhotovená fundus kamerou; vpravo hore: R zložka; vľavo dole: G zložka vpravo dole: B zložka

Symptómy:

- výrazné biele ostrovčeky na viacerých miestach očného pozadia.



Obrázok 17 zložka G a príslušný histogram



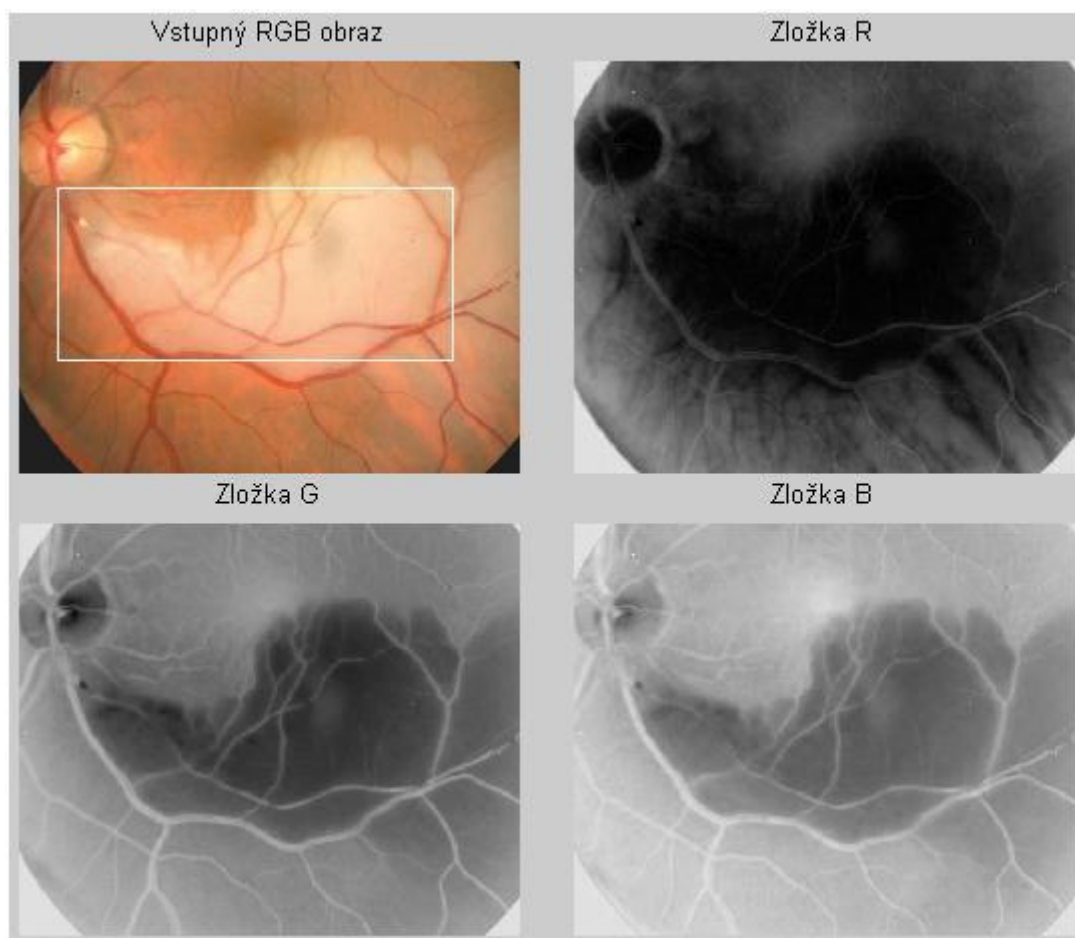
Obrázok 18 upravená zložka G a príslušný histogram

V prípade hypertenznej retinopatie je pôvodný obrázok G zložky (obrázok 17) upravený pomocou nástroja č. 3 pre zvýšenie kontrastu snímky. Upravená snímka (obrázok 18) je o niečo tmavšia a ostrovčeky predstavujúce symptómy tohto ochorenia sú výrazne tmavé a lepšie viditeľné oproti pôvodnej snímke. Úpravou sa takisto zvýraznilo aj krvné riečisko očného pozadia.

#### 4.4 Oklúzia centrálnej retinálnej artérie

K uzavretiu centrálnej artérie na sietnici dochádza zväčša z dôvodu embólie či trombózy. Nastane opuch sietnice na jej vnútornej vrstve čo má za následok výrazný pokles priehľadnosti tkaniva sietnice. V konečnom dôsledku teda ostane fovea – ústredná jamka sietnice červená a okolie bude biele.

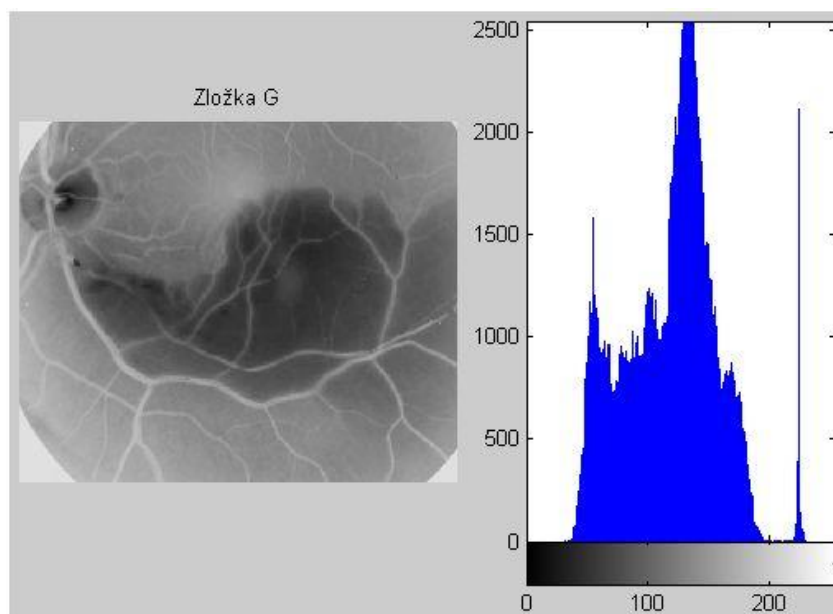
Na snímke je jasne viditeľný embolus blízko optického disku (obrázok 19), ktorý spôsobuje edém šíriaci sa ďalej pozdĺž tepny, ktorá je embolom postihnutá. Edém sa prejavuje belavým sfarbením tkaniva [2].



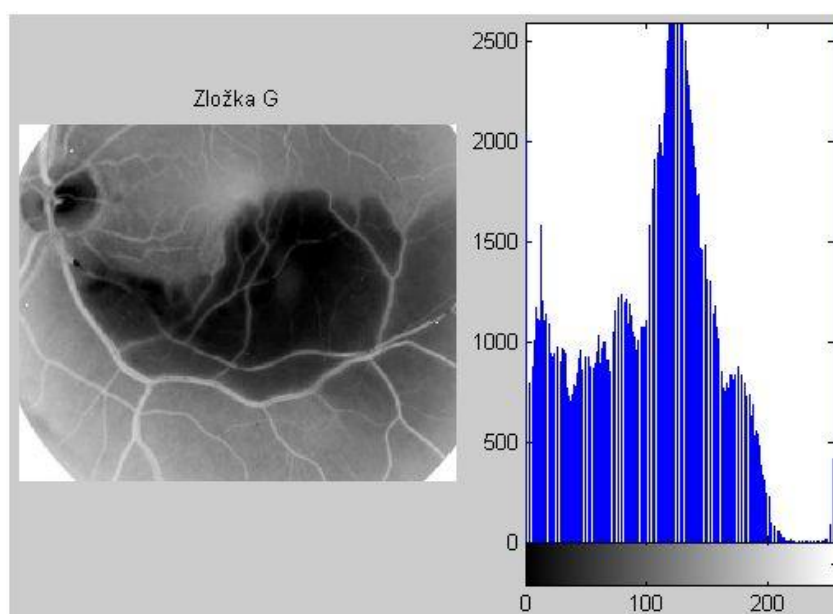
Obrázok 19 vľavo hore: snímka očného pozadia zhotovená fundus kamerou; vpravo hore: R zložka; vľavo dole: G zložka vpravo dole: B zložka

Symptómy:

- viditeľný embolus upchávajúci tepnu
- belavé sfarbenie tkaniva predstavujúce edém



Obrázok 20 zložka G a príslušný histogram



Obrázok 21 upravená zložka G a príslušný histogram

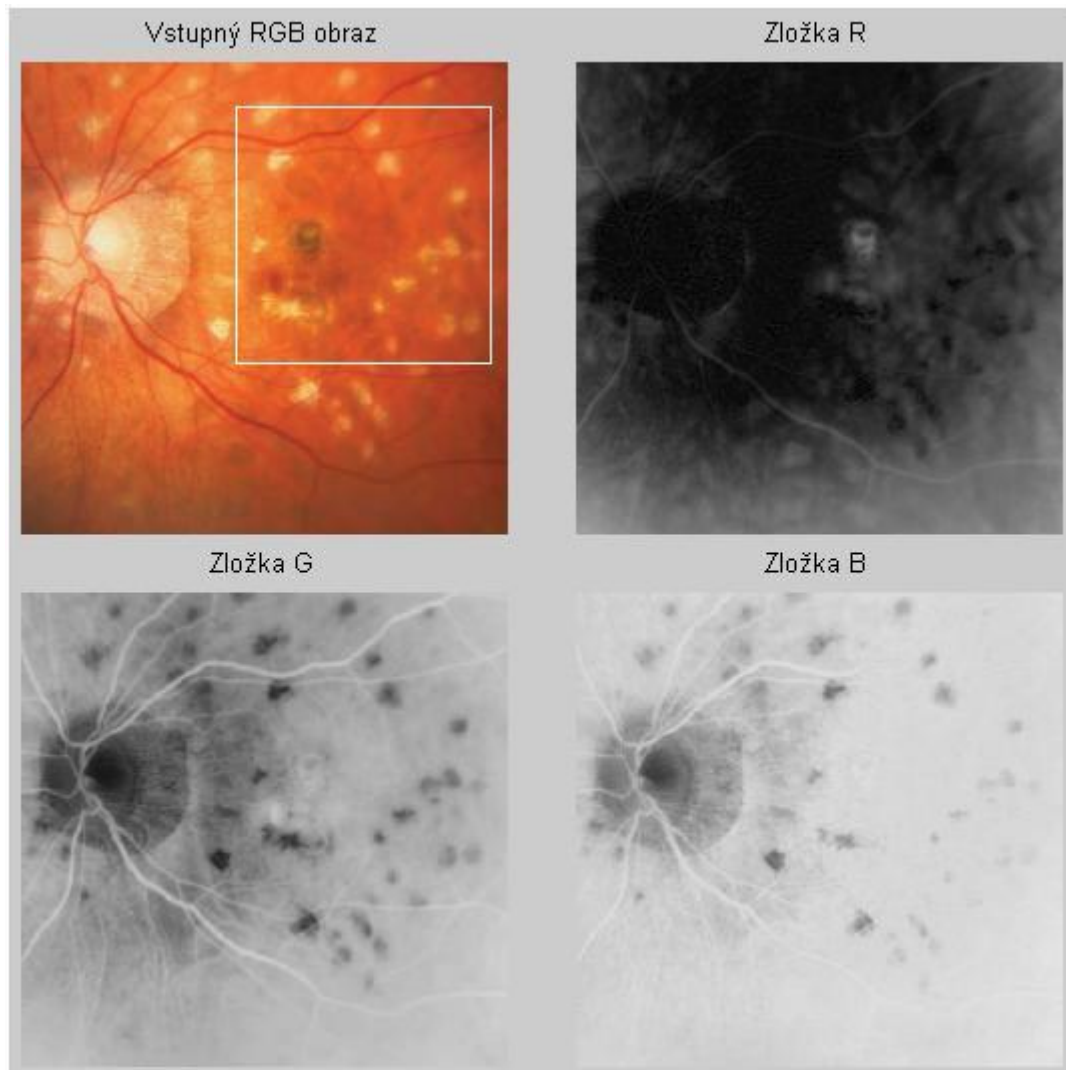
Predchádzajúce snímky zachytávajú sietnicu s mohutným edémom. Edém je zreteľne viditeľný aj na pôvodnej snímke zobrazujúcej zložku G (obrázok 20). Napriek tomu je tento obrázok upravený pomocou programu MATLAB, konkrétne tretím nástrojom, ktorým sa zvýši kontrast snímky a príznaky sú výraznejšie. Na upravenej snímke (obrázok 21) je teda výrazne väčší kontrast medzi tmavou oblasťou edému a svetlým okolím.

Porovnanie histogramov taktiež dokazuje lepšie zobrazenie sietnice na upravenej snímke.

#### 4.5 Bodová vnútorná choroidopatia

Je málo rozšírená porucha neznámej etiológie postihujúca predovšetkým mladé ženy s diagnostikovanou krátkozrakosťou. Často sa prejavuje zníženou ostrosťou videnia. Na snímke očného pozadia, získanej pomocou fundus kamery, sú zreteľne viditeľné žlté body veľkosti približne 200 mikrometrov, ktoré predstavujú malé ložiská zápalu. Pri ich hojení sa na očné pozadí vytvárajú drobné jazvy.

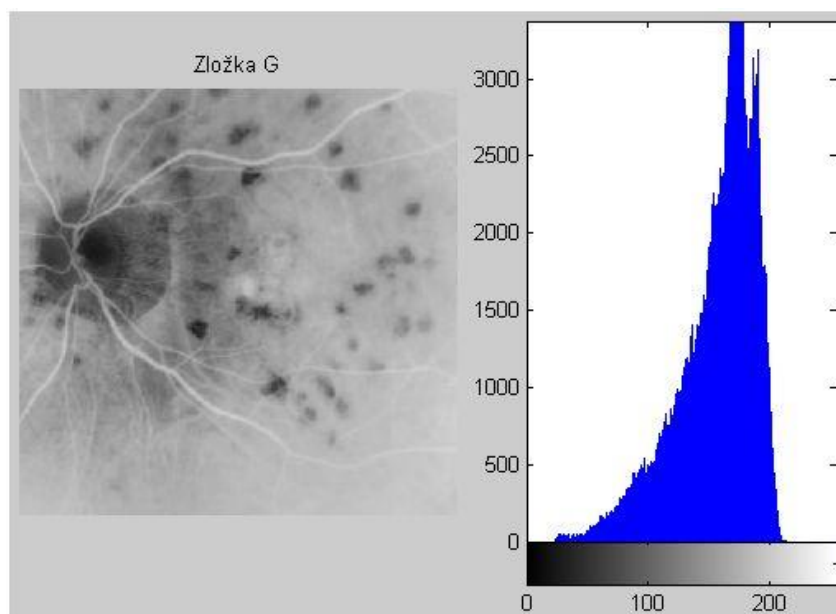
Snímka zachytáva očné pozadie postihnuté týmto typom choroidopatie (obrázok 22). V okolí optického disku aj makuly sa vyskytujú početné bielo-žlté drobné škvrny [2].



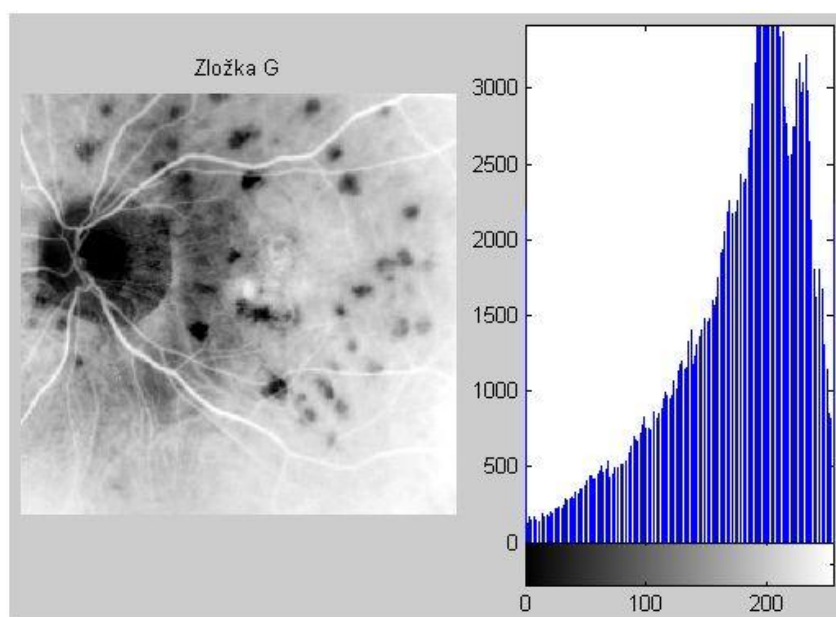
Obrázok 22 vľavo hore: snímka očného pozadia zhotovená fundus kamerou; vpravo hore: R zložka; vľavo dole: G zložka; vpravo dole: B zložka

Symptómy:

- drobné škvrny v okolí makuly



**Obrázok 23** zložka G a príslušný histogram



**Obrázok 24** upravená zložka G a príslušný histogram

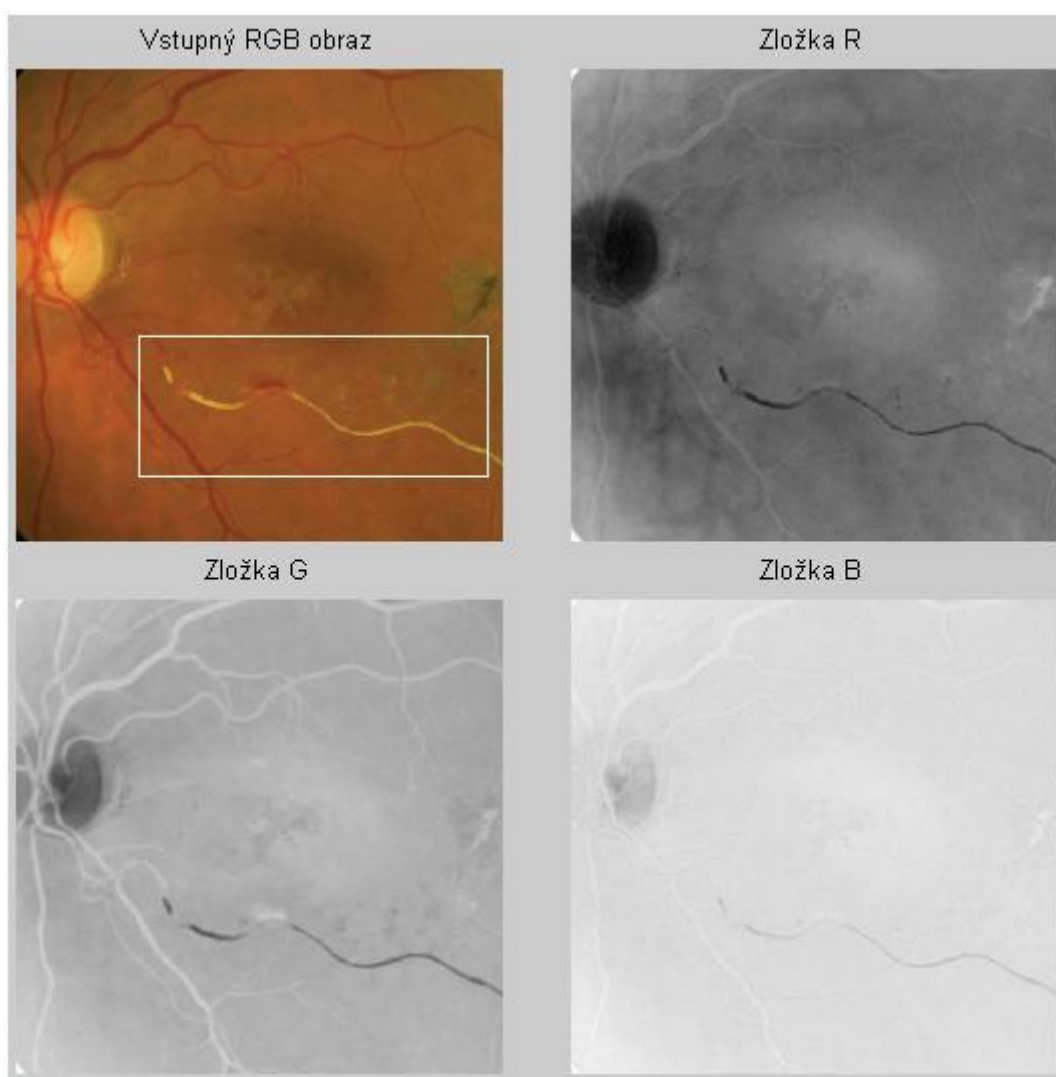
Na úpravu pôvodnej snímky zachytávajúcej sietnicu postihnutú bodovou vnútornou choroidopatiou (obrázok 23) bol použitý nástroj pre zlepšenie kontrastu podobne ako aj u predchádzajúcich nemocí, ktorých príznakmi sú škvrny, prípadne iné zmeny v pigmente. Touto úpravou obrázka je možné dosiahnuť zvýraznenie drobných škvŕn v oblasti makuly, ktoré sú príznakom tohto ochorenia (obrázok 24). Tie sú spolu s optickým diskom výrazne tmavšie a viditeľnejšie, než na pôvodnom obrázku.



## 4.6 Perivaskulitída

Pri perivaskulitíde dochádza k zápalu tkaniva v okolí ciev sietnice. Vo väčšej miere postihuje retinálne žily než tepny. Do skupiny ochorení, pri ktorých je zvýšená pravdepodobnosť výskytu tohto zápalu, patrí napríklad skleróza, sarkoidóza či tuberkulóza a syfilis. Perivaskulitída sa dá lepšie diagnostikovať aplikovaním fluorescenčnej látky. Tá zviditeľní cievne riečisko sietnice a umožní tak vidieť výrazné biele ohraničenia ciev v niektorých úsekoch.

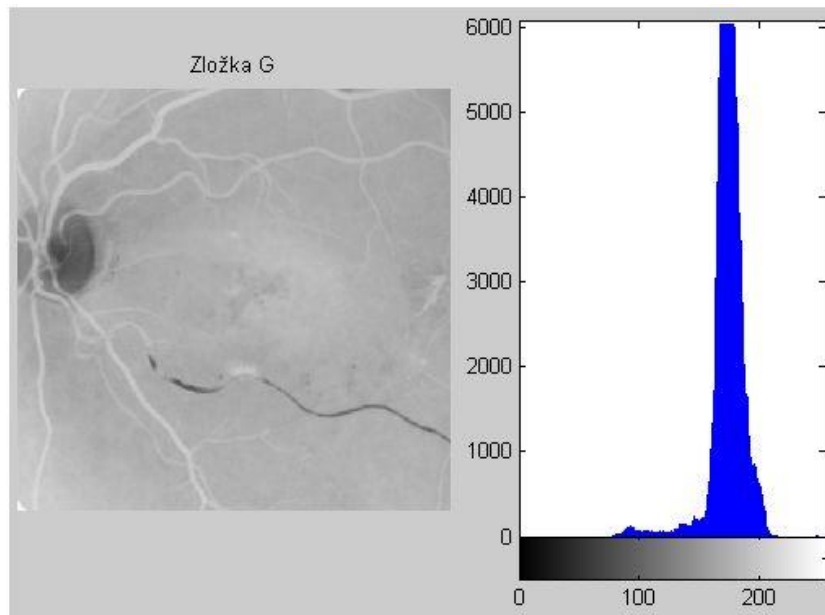
Jednou z foriem perivaskulitídy je okluzívna perivaskulitída sietnice. U tohto ochorenia (obrázok 25) dochádza v dôsledku vzniknutej nepriechodnosti cievy k ischemii a vzniku zápalu v postihnutej oblasti [2].



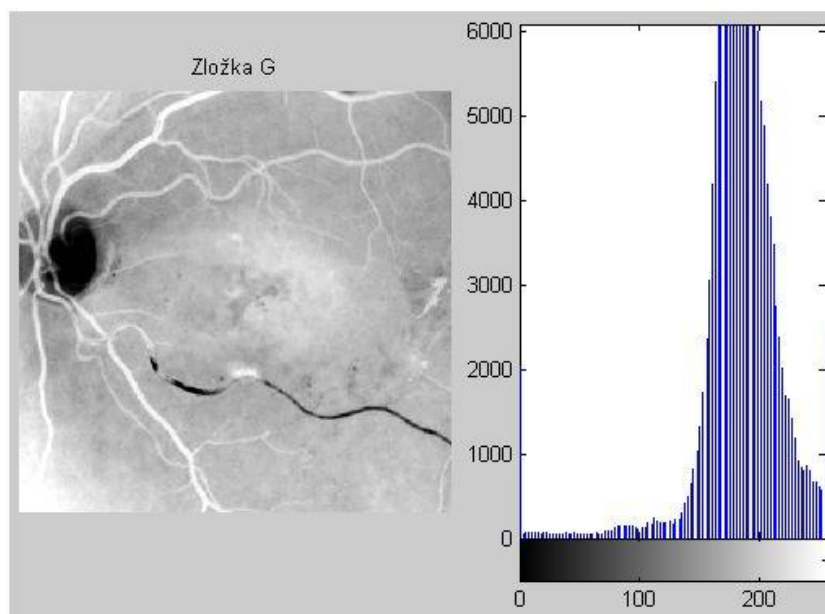
Obrázok 25 vľavo hore: snímka očného pozadia zhotovená fundus kamerou; vpravo hore: R zložka; vľavo dole: G zložka vpravo dole: B zložka

Symptómy:

- biele „opláštenie“ postihnutej cievy



Obrázok 26 zložka G a príslušný histogram



Obrázok 27 upravená zložka G a príslušný histogram

Na predchádzajúcich obrázkoch je zrejmé zlepšenie viditeľnosti príznakov perivaskulitídy po úprave pôvodnej snímky očného pozadia (obrázok 26) tretím nástrojom pre zvýšenie kontrastu. Vzniknutá snímka (obrázok 27) výraznejšie zobrazuje krvné riečisko očného pozadia a teda aj opláštenie postihnutej cievy. Opláštená cieva je výrazne tmavá oproti zvyšku cievneho riečiska, ktoré je biele. Nástroj č. 2 takisto dobre zvýraznil symptómy, avšak niektoré časti očného pozadia neboli tak zreteľné, než pri nástroji č. 3.

Histogramy snímok sa líšia iba minimálne. Napriek tomu je tento spôsob úpravy obrázku najlepší pre zvýraznenie tohto typu postihnutia oka, čo sa týka štyroch nástrojov aplikovaných na všetky obrázky očného pozadia v tejto práci.

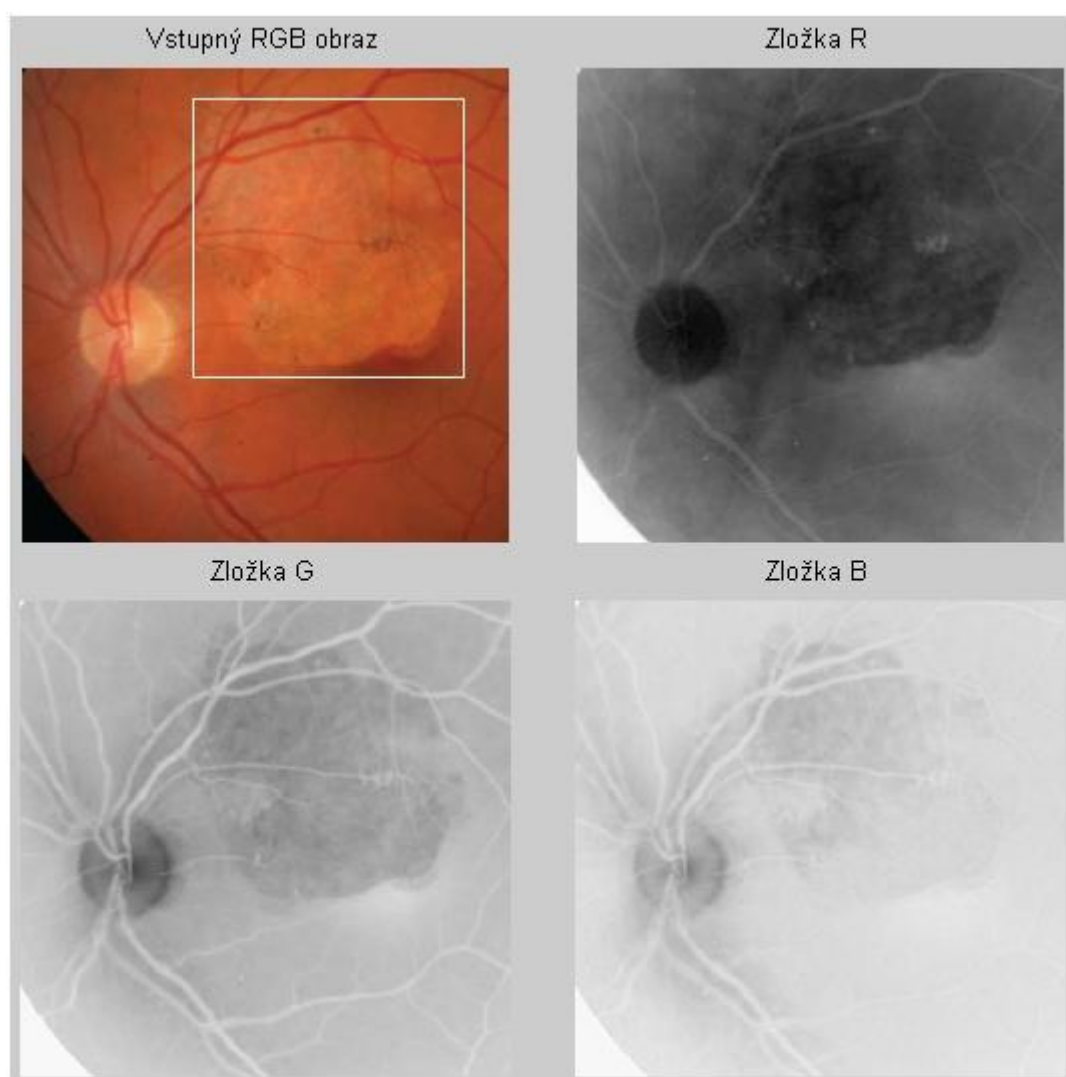


#### 4.7 Rozširujúca sa chorioiditída

Je to zápal, ktorý vzniká v cievovke a pigmentovom epiteli sietnice. Toto ochorenie má spravidla dopad na obe oči.

Na očnom pozadí sa objavujú sivobiele plochy v okolí optického disku, ktoré sa často šíria ďalej. Pri hojení týchto lézií vzniká zjazvenie, ktoré spôsobuje poškodenie pigmentového epitelu sietnice. Zápal sa postupne rozširuje vďaka permanentnej tvorbe aktívnych lézií, ktoré spôsobujú škodlivú tvorbu jaziev na sietnici [2].

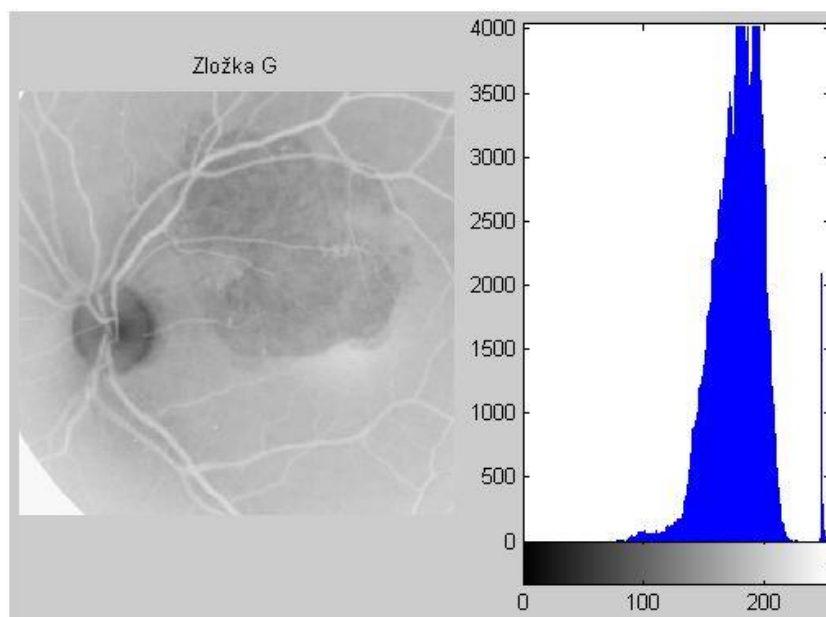
Snímka zachytáva sivo-biele sfarbené lézie okolo optického disku, ktoré sú rozšírené ďalej až do okolia makuly (obrázok 28).



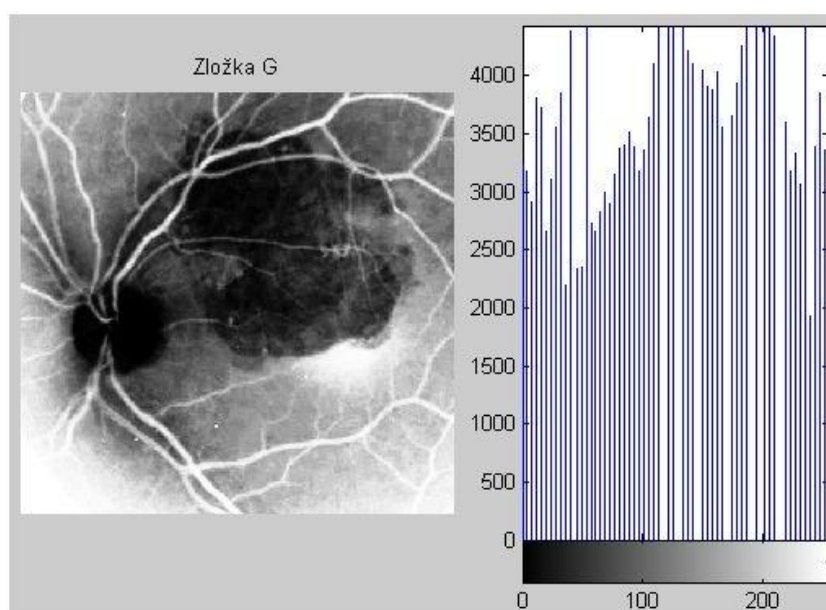
Obrázok 28 vľavo hore: snímka očného pozadia zhotovená fundus kamerou; vpravo hore: R zložka; vľavo dole: G zložka vpravo dole: B zložka

Symptómy:

- sivo-biele rozširujúce sa lézie



Obrázok 29 zložka G a príslušný histogram



Obrázok 30 upravená zložka G a príslušný histogram

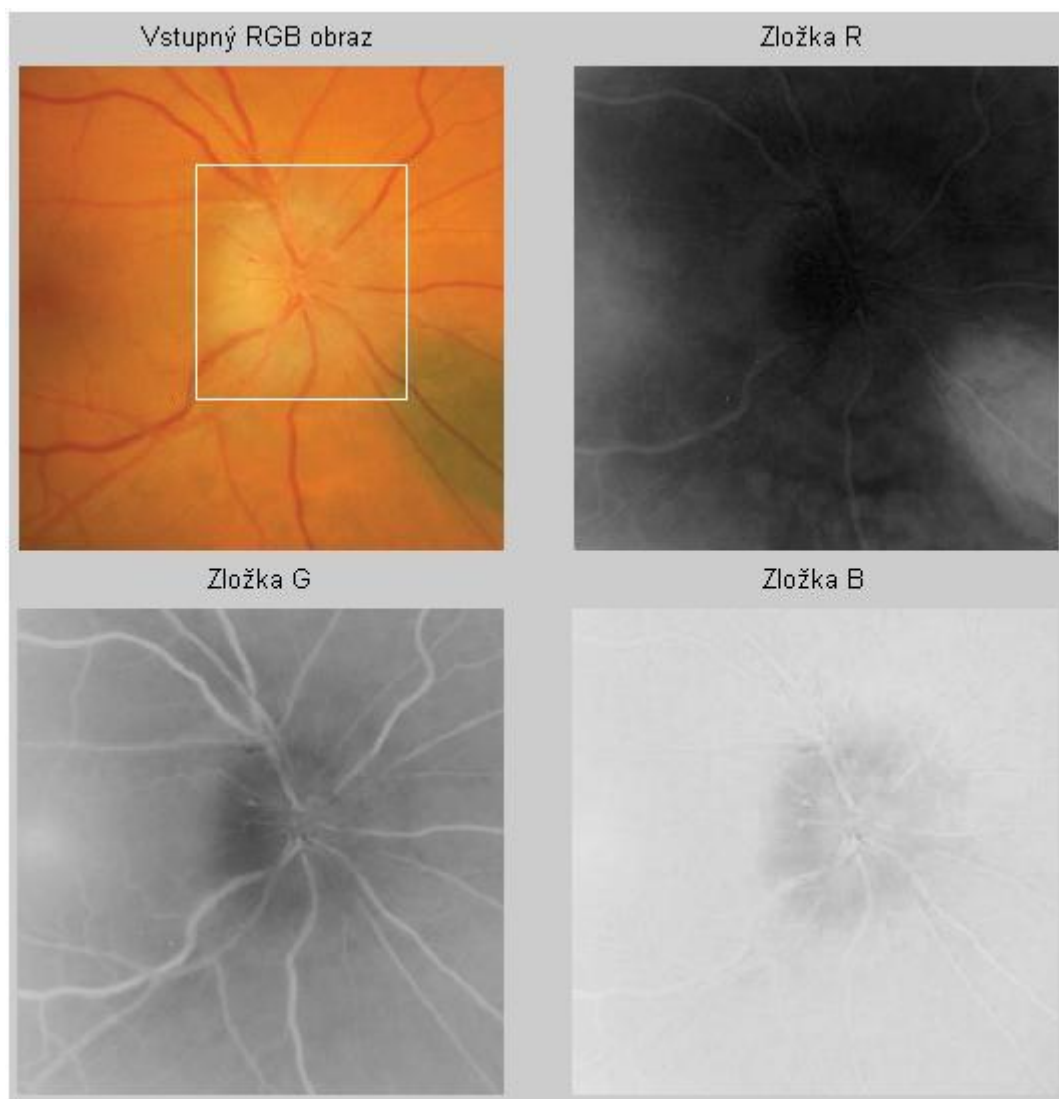
Pri tomto type choroiditídy je pre zlepšenie viditeľnosti symptómov na pôvodnú snímku očného pozadia použitý nástroj č. 2, ktorý zvyšuje kontrast snímky ekvalizáciou histogramu. Na pôvodnej snímke (obrázok 29) sú rozširujúce sa lézie zle viditeľné a splývajú s okolím. Upravená snímka (obrázok 30) zobrazuje svetlejšie cievne riečisko a naopak tmavší optický disk a predovšetkým vzniknuté lézie, ktoré sa tak dajú jednoduchšie identifikovať.

Zlepšenie štruktúry obrázku pre diagnostiku je zrejmé aj z histogramov. Druhý histogram má omnoho rovnomernejšie zastúpenie jednotlivých farebných rozsahov.

#### 4.8 Ischemická neuropatia zrakového nervu

Toto ochorenie sa prejavuje ako dôsledok poruchy perfúzie prelaminárneho optického disku. Pri neuropatii zrakového nervu dochádza prevažne k vzniku zápalov a arteriosklerotickým zmenám. Narušená perfúzia spôsobuje hypoxiu vedúcu k opuchom gangliových buniek axónu.

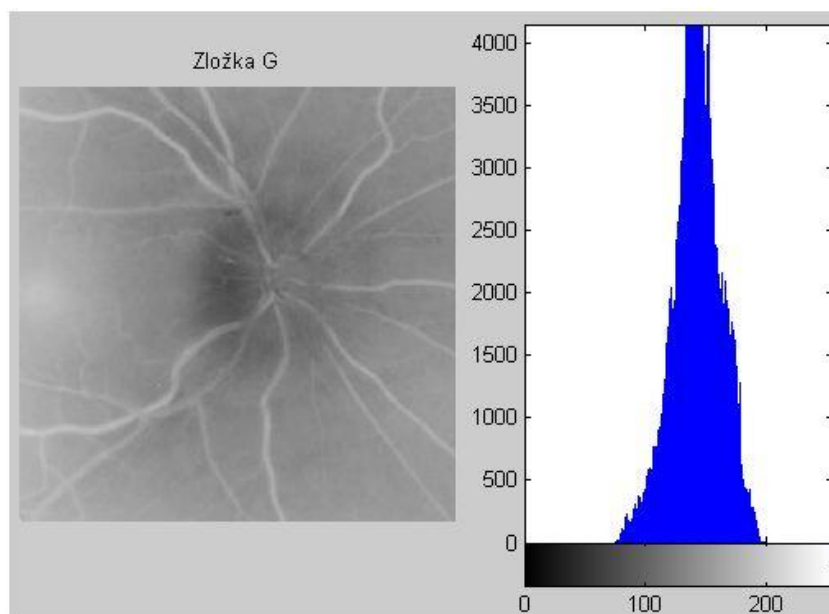
Zo snímky sa dá ochorenie diagnostikovať na základe viditeľného opuchu optického disku (obrázok 31), ktorý sa javí svetlejší a nezreteľnejší než pri fyziologickom stave očného pozadia [2].



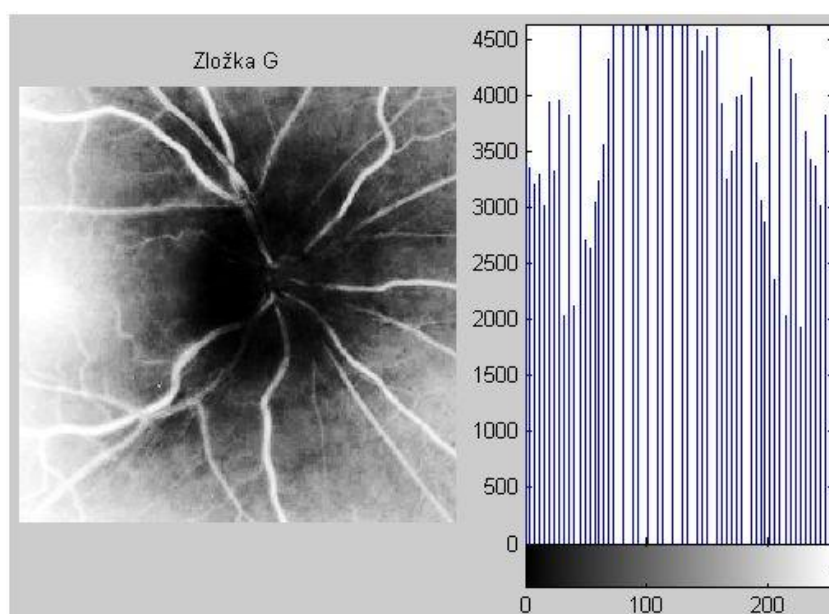
Obrázok 31 vľavo hore: snímka očného pozadia zhotovená fundus kamerou; vpravo hore: R zložka; vľavo dole: G zložka vpravo dole: B zložka

Symptómy:

- opuch optického disku
- optický disk je svetlý a jeho okraje nezreteľné



Obrázok 32 zložka G a príslušný histogram



Obrázok 33 upravená zložka G a príslušný histogram

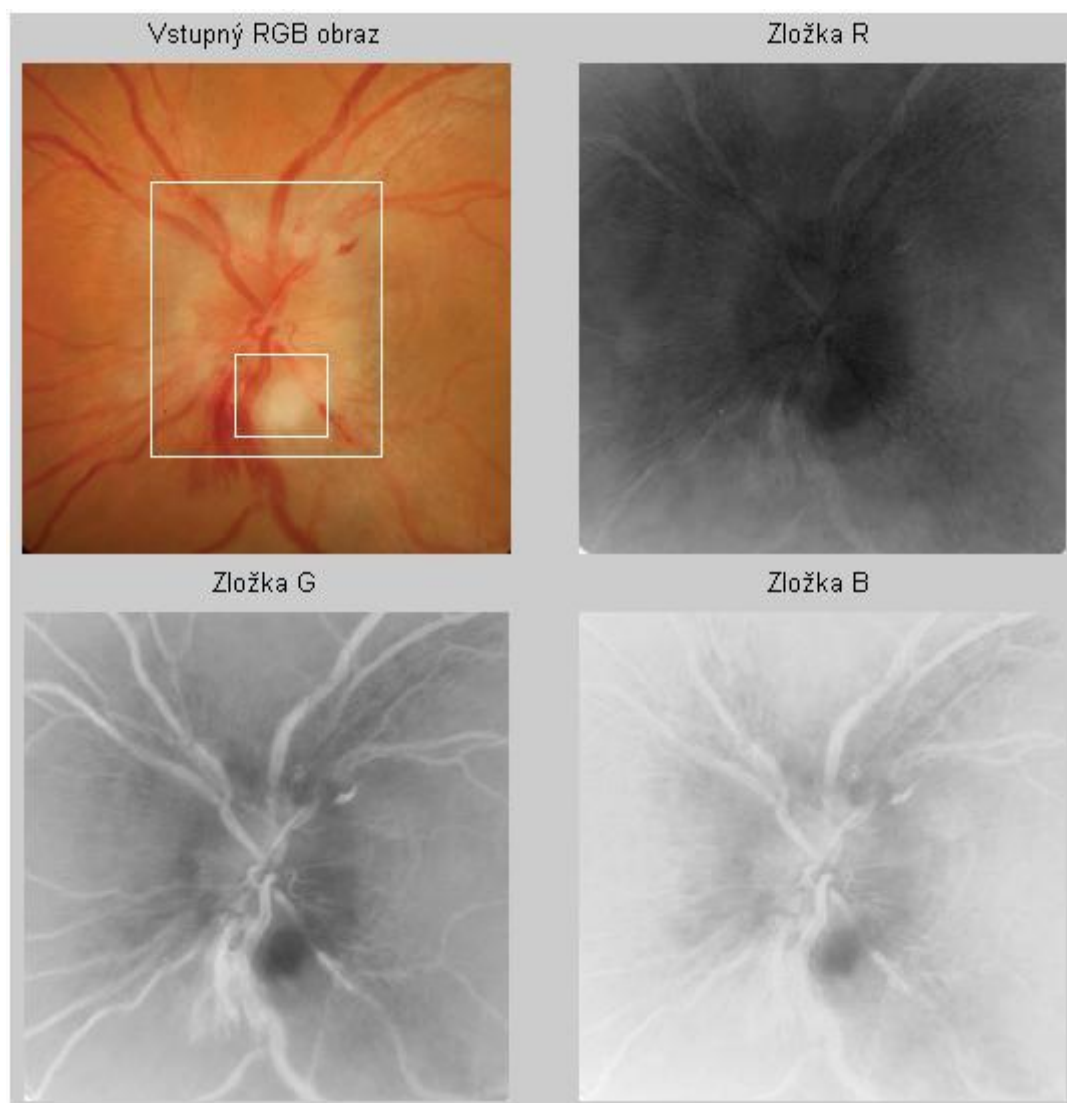
V tomto prípade obrázky znázorňujú zložku G pred (obrázok 32) a po úprave snímky (obrázok 33) použitím nástroja č. 2 podobne ako pri predchádzajúcom ochorení. Na upravenom obrázku je opuch optického disku zreteľnejší vďaka zvýšenému kontrastu, ktorý spôsobí, že cievny systém je svetlejší a optický disk naopak omnoho tmavší než pri pôvodnej snímke. Postupné zosvetľovanie oblasti smerom od stredu optického disku naznačuje jeho nezreteľné okraje.

Výrazná zmena vzhľadu snímky je zjavná aj z porovnania histogramu pôvodnej a upravenej snímky.

## 4.9 Papilitída

Zápal zrakového nervu znamená opuch, prípadne iné poškodenie myelinovej vrstvy na jeho povrchu. Prejavuje sa napríklad zhoršeným videním, bolesťou, náhlým oslepnutím prípadne precitlivosťou na svetlo. Vzniká na základe infekcií, nádorových ochorení, mozgovej príhody či sarkoidózy.

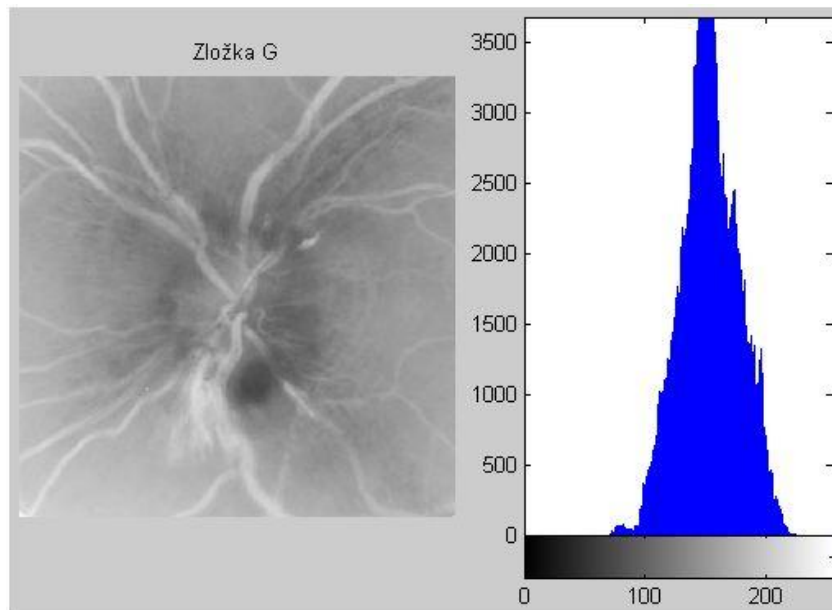
Na snímke fundu (obrázok 34) sa zápal zrakového nervu prejavuje opuchom optického disku, dilatáciou žily a ohraničeným krvácaním [2].



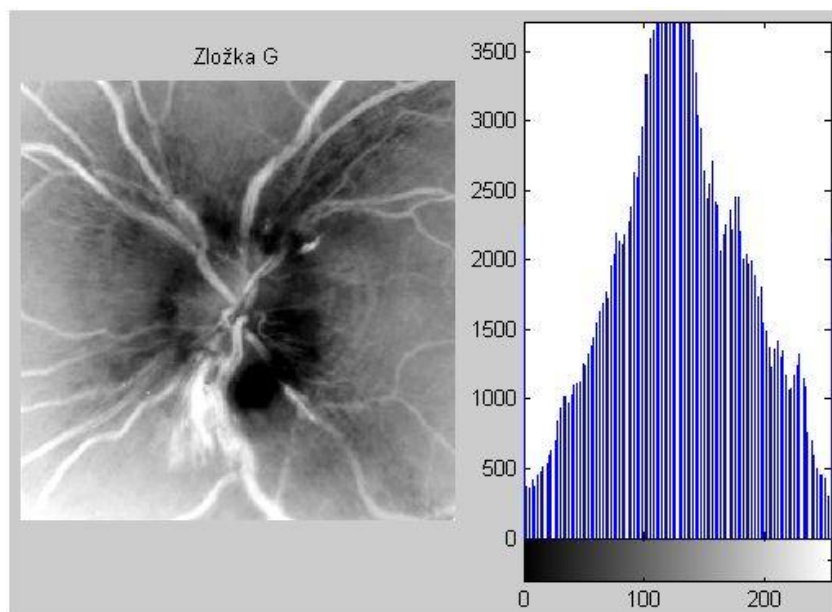
Obrázok 34 vľavo hore: snímka očného pozadia zhotovená fundus kamerou; vpravo hore: R zložka; vľavo dole: G zložka vpravo dole: B zložka

Symptómy:

- opuch optického disku
- ohraničené krvácanie



Obrázok 35 zložka G a príslušný histogram



Obrázok 36 upravená zložka G a príslušný histogram

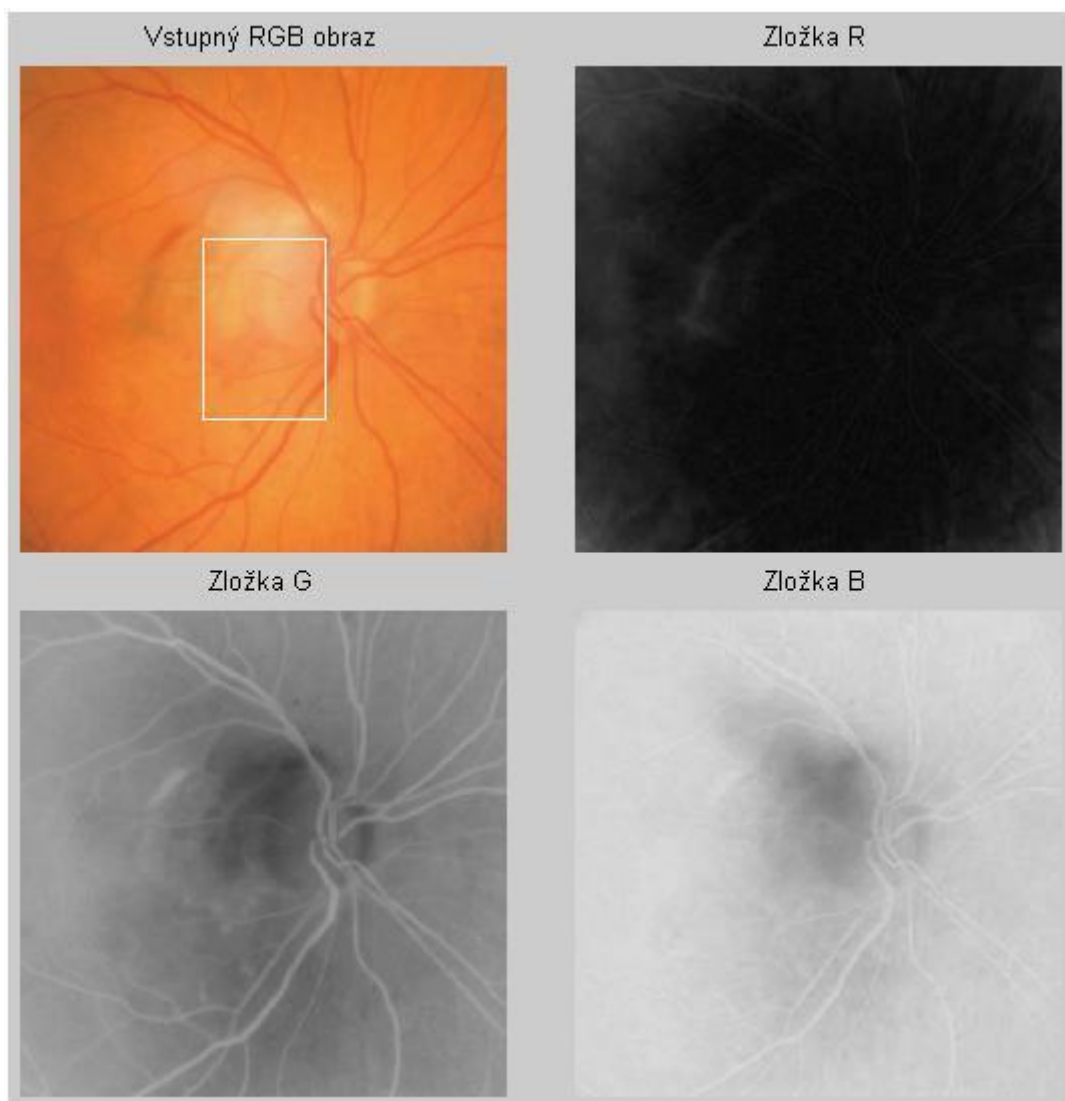
V prípade papilitídy je pôvodný obrázok G zložky (obrázok 35) upravený pomocou nástroja pre zvýšenie kontrastu. Upravená snímka (obrázok 36) je o niečo tmavšia a cievy výrazne biele. Podobne ako u predchádzajúceho ochorenia, postupné zosvetlenie odtieňa farby smerom od optického disku do okolia znamená jeho opuch a nezreteľné okraje. Taktiež lepšie viditeľné je ohraničené krvácanie.



#### 4.10 Choroidálna neovaskularizácia

K tejto patologickej zmene dochádza na okrajoch optického disku a to predovšetkým u osôb, ktoré sú postihnuté vekom podmienenou degeneráciou makuly, anomáliami optického disku, prípadne zápalovým ochorením očného pozadia.

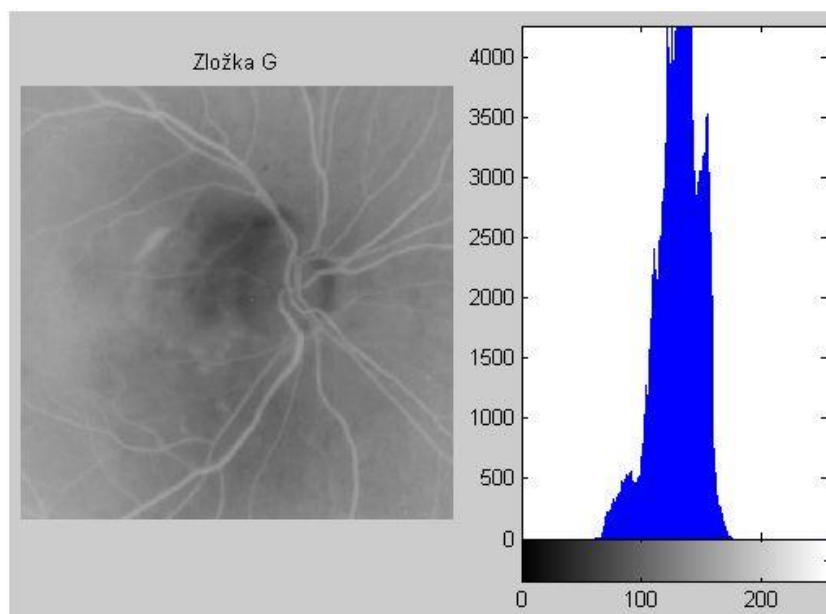
Na očnom pozadí sú viditeľné šedo biele oblasti v ktorých okolí sa môže vyskytovať aj jemné krvácanie, prípadne lipidový výpotok (obrázok 37). Okraje optického disku sú rozostrené. Je možné pozorovať aj krvácanie, ktoré je ohraničené už spomínaným výpotkom pozostávajúcim z lipidov [2].



Obrázok 37 vľavo hore: snímka očného pozadia zhotovená fundus kamerou; vpravo hore: R zložka; vľavo dole: G zložka vpravo dole: B zložka

Symptómy:

- tvorba jemných nových ciev



Obrázok 38 zložka G a príslušný histogram



Obrázok 39 upravená zložka G a príslušný histogram

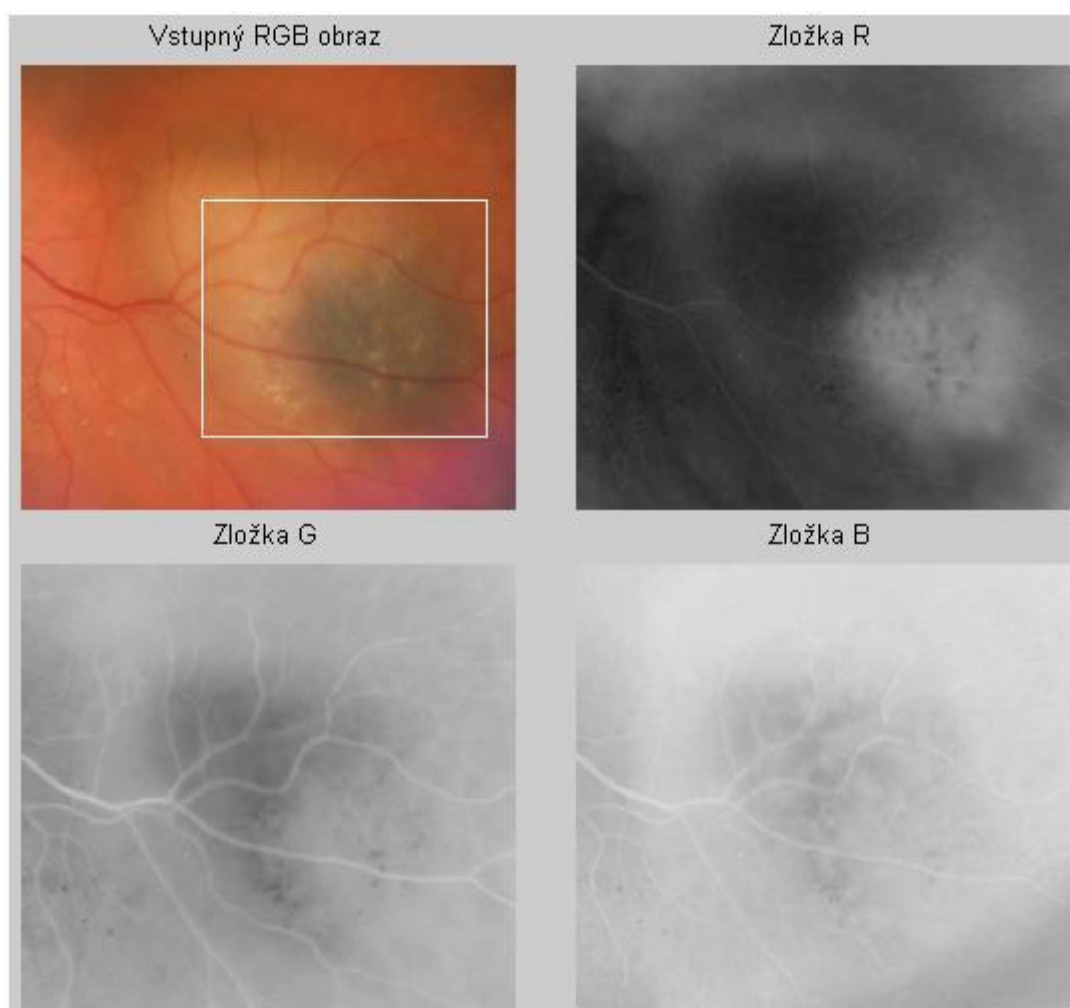
Pri tomto type ochorenia je pre zlepšenie viditeľnosti symptómov na pôvodnú snímku očného pozadia použitý nástroj č. 3 pre zvýšenie kontrastu. Na pôvodnej snímke (obrázok 38) je tvorba nových jemných ciev zle viditeľná. Upravená snímka (obrázok 39) zobrazuje svetlejšie cievne riečisko a tak je aj neovaskularizácia zreteľnejšia. Zlepšenie štruktúry obrázku pre diagnostiku je zrejmé aj z histogramov. Druhý histogram má omnoho rovnomernejšie zastúpenie jednotlivých farebných rozsahov.



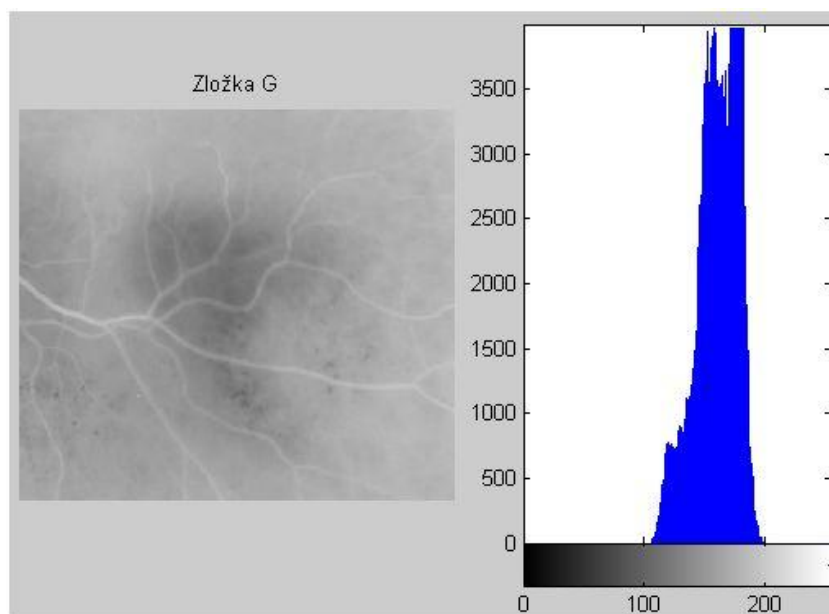
#### 4.11 Choroidálny melanóm

Choroidálny melanóm – teda primárny nádor cievovky je najrozšírenejší očný nádor. Tento zhubný nádor sa môže navonok javiť u každého pacienta inak. Vzhľad závisí na množstve oranžového pigmentu, ktorý je v ňom obsiahnutý. Melanóm môže mať rôzne typy podľa toho, akým spôsobom sa zväčšuje. Jedným z nich je melanóm, ktorého časť prerastá cez Bruchovu membránu a dostáva sa ňou až do subretinálneho priestoru. Nádor môže vzniknúť takisto v podobe metastázy ako následok tumoru iného orgánu. Najčastejšie to býva tumor v prsníku [2].

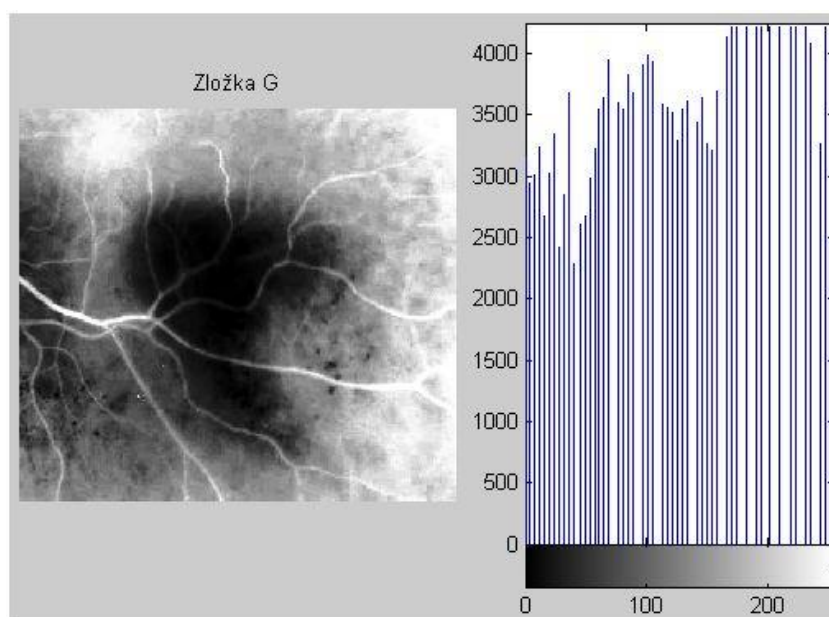
Konkrétne na nasledujúcej snímke (obrázok 40) je čiastočne pigmentovaný nádor, ktorý je lokalizovaný v blízkosti optického disku a je rozšírený až do makuly.



Obrázok 40 vľavo hore: snímka očného pozadia zhotovená fundus kamerou; vpravo hore: R zložka; vľavo dole: G zložka vpravo dole: B zložka



Obrázok 41 zložka G a príslušný histogram



Obrázok 42 upravená zložka G a príslušný histogram

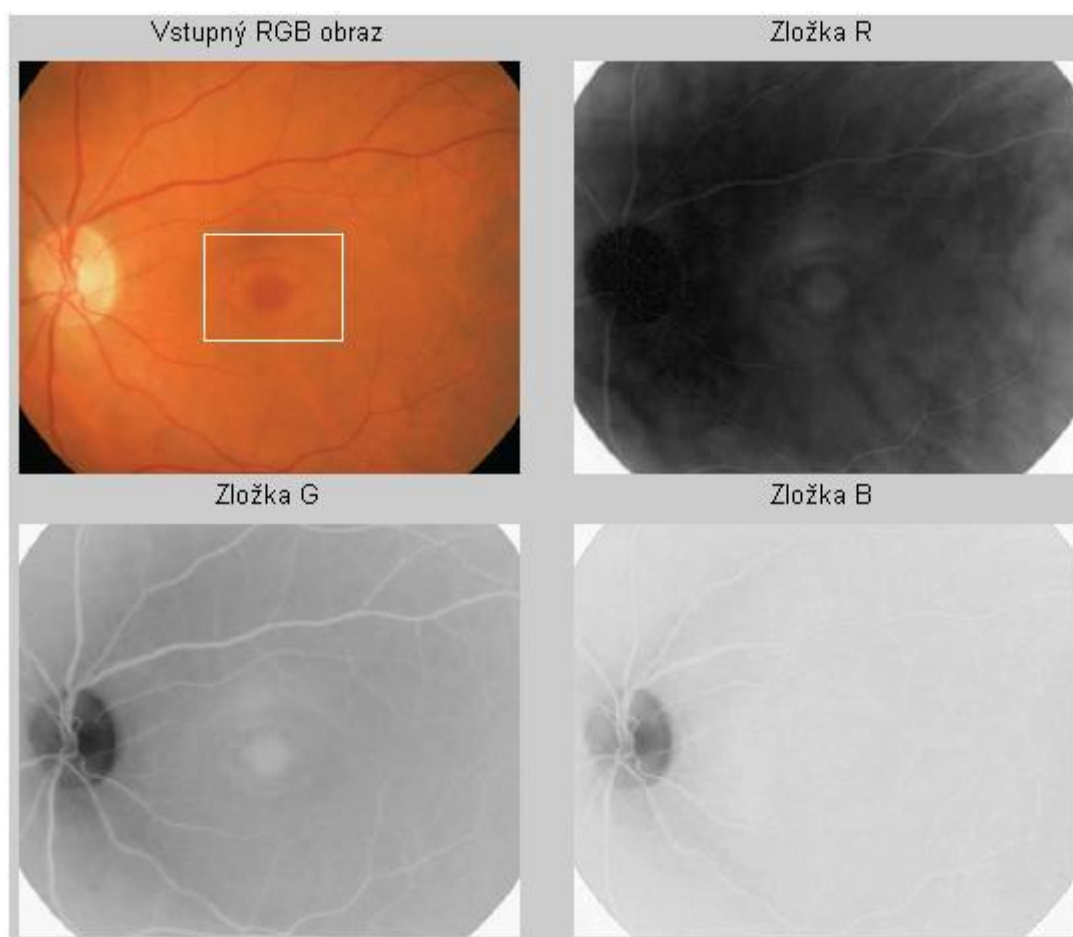
Predchádzajúce snímky zachytávajú sietnicu s melanómom. Ten nie je úplne zreteľne viditeľný na pôvodnej snímke zobrazujúcej zložku G (obrázok 41). Obrázok je teda upravený pomocou programu MATLAB, konkrétne nástrojom č. 2. Na upravenej snímke (obrázok 42) je väčší kontrast medzi tmavou oblasťou melanómu, svetlejším okolím a výrazne zosvetlenými cievami. Týmto spôsobom je dosiahnutá výrazne lepšia viditeľnosť melanómu.

Porovnanie histogramov taktiež dokazuje lepšie zobrazenie sietnice na upravenej snímke.

#### 4.12 Chlorochínová makulopatia

Toto ochorenie sa môže objaviť u pacientov, ktorým bol predpísaný dlhodobý príjem chlorochínu. Táto látka je indikovaná na liečbu niektorých typov malárie a takisto na liečbu reumatoidnej artritídy, môže mať však nepriaznivý dopad na oči pacienta. Toto ochorenie, postihujúce obvykle obe oči, spôsobuje ukladanie pigmentu v rohovke [2].

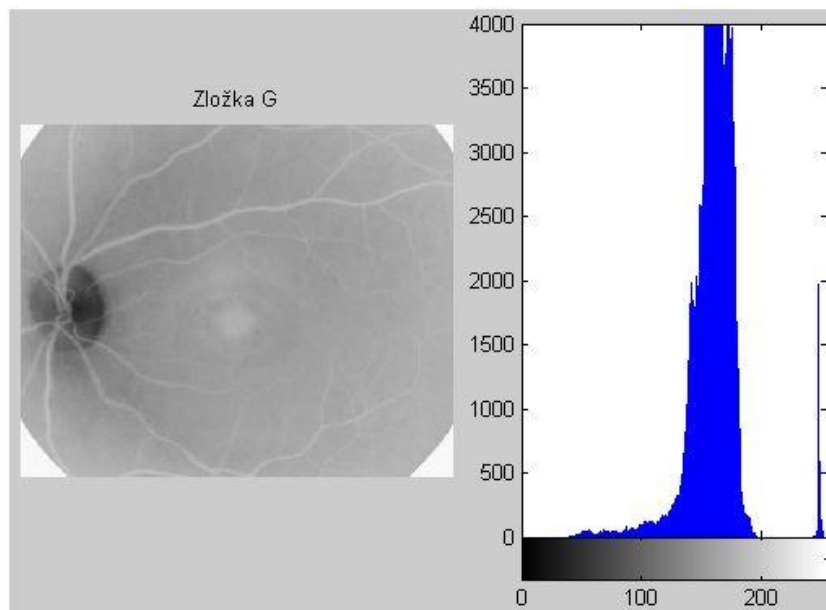
Na snímke (obrázok 43) je markantná zmena pigmentu makuly v tvare prstenca. Tomuto znaku sa hovorí aj „býčie oko“.



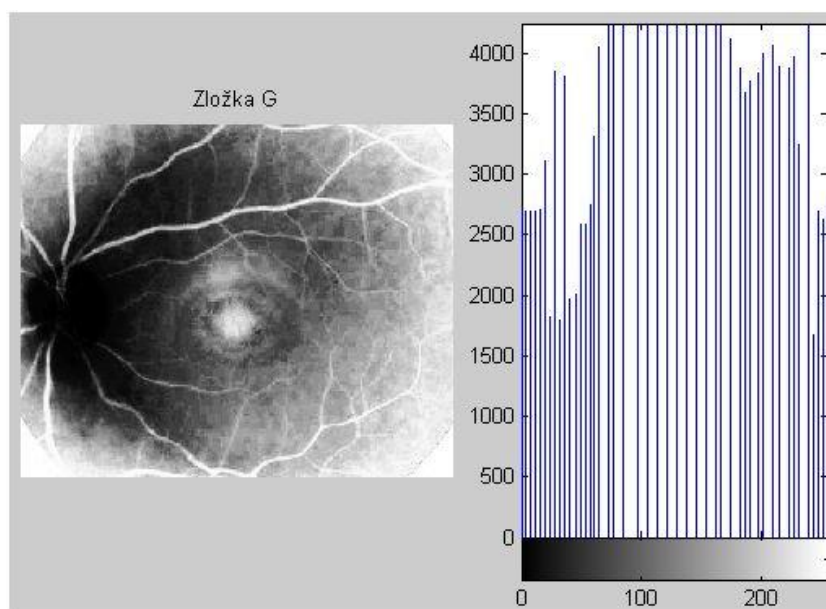
Obrázok 43 vľavo hore: snímka očného pozadia zhotovená fundus kamerou; vpravo hore: R zložka; vľavo dole: G zložka vpravo dole: B zložka

Symptómy:

- zmena pigmentu okolo makuly v tvare prstenca



Obrázok 44 zložka G a príslušný histogram



Obrázok 45 upravená zložka G a príslušný histogram

Na predchádzajúcich obrázkoch je zrejmé zlepšenie viditeľnosti príznakov chlorochínovej makulopatie po úprave pôvodnej snímky očného pozadia (obrázok 44) nástrojom č. 2, ktorý príznaky ochorenia zvýrazní. Vzniknutá snímka (obrázok 45) výraznejšie zobrazuje krvné riečisko očného pozadia a zároveň aj zmeny pigmentu v okolí makuly typické pre toto ochorenie.

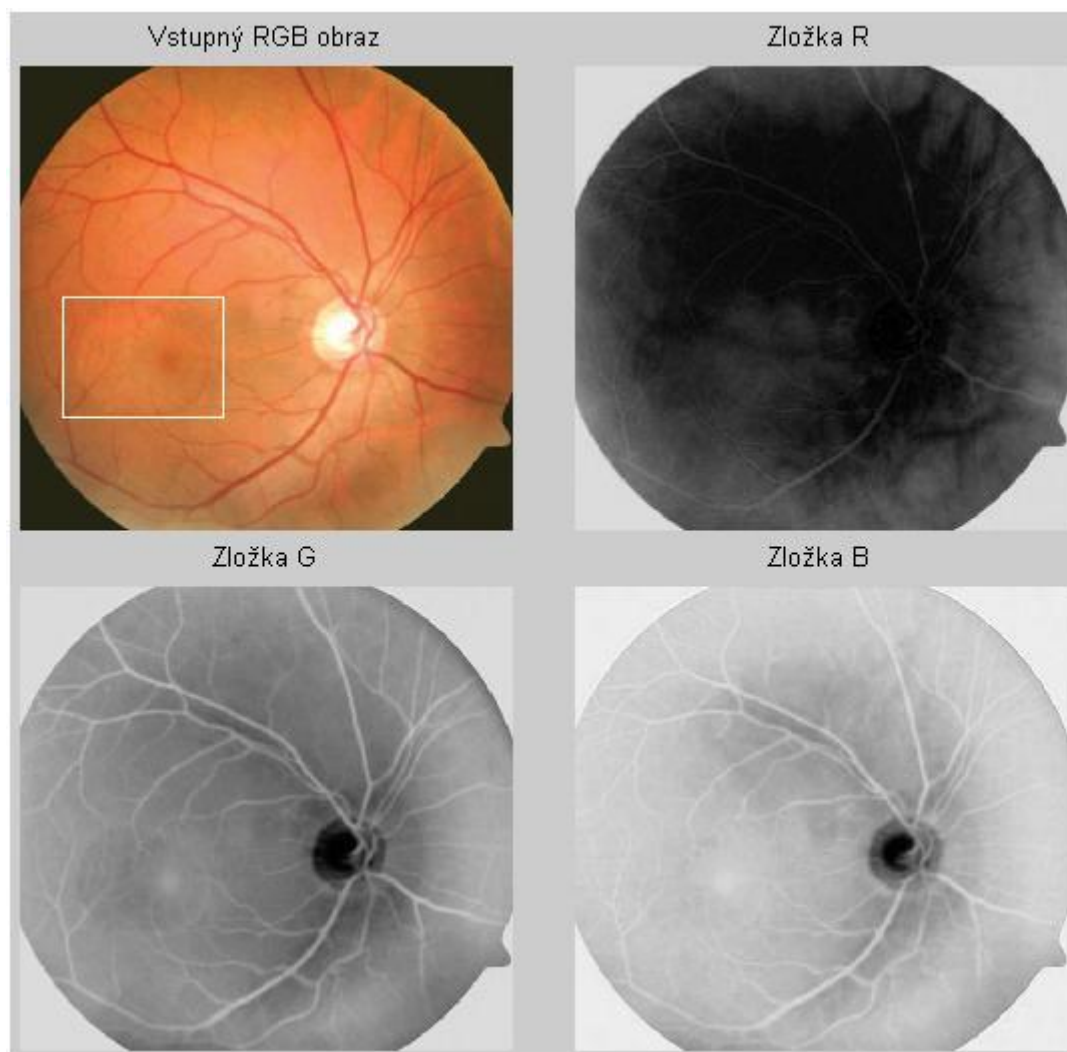
Histogramy snímok sa podstatne líšia. V prípade histogramu upravenej snímky je zastúpenie jednotlivých farebných rozsahov rovnomernejšie.

#### 4.13 Centrálna serózna chorioretinopatia

Toto ochorenie je charakterizované odchlípením senzorického epitelu sietnice v oblasti žltej škvrny. Toto miesto býva následne vyplnené tekutinou. Často sa v mieste odchlípenia vyskytujú aj svetlé ostrovčeky tvorené proteínmi.

Ochorenie je jednostranné a často vzniká u pacientov s kortikosteroidálnou terapiou. Postihuje prevažne mužov a spôsobuje pokles zrakovej ostrosti, rozmazané videnie, v niektorých prípadoch aj problémy s vnímaním farieb. Cievky a optický disk nebývajú nijako poškodené [2].

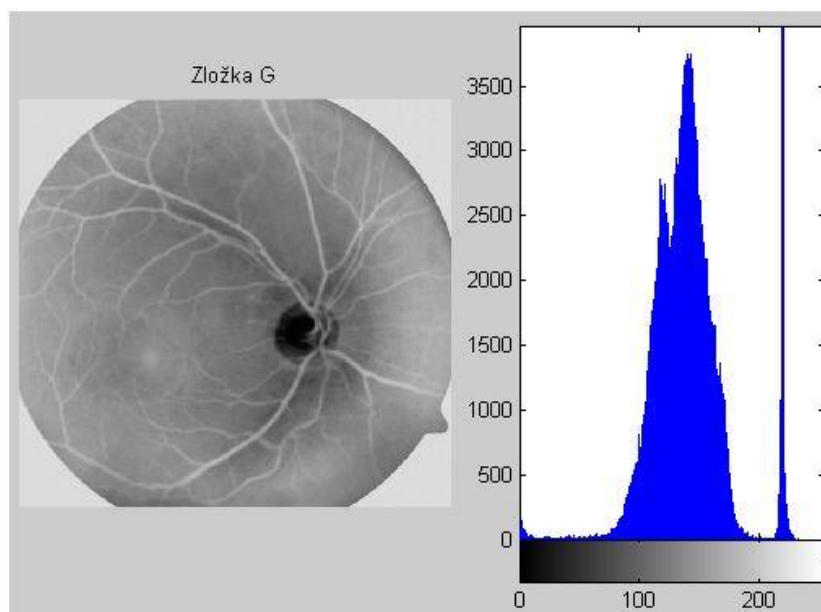
Na snímke (obrázok 46) je viditeľná nahromadená tekutina v oblasti žltej škvrny pripomínajúca tvar disku.



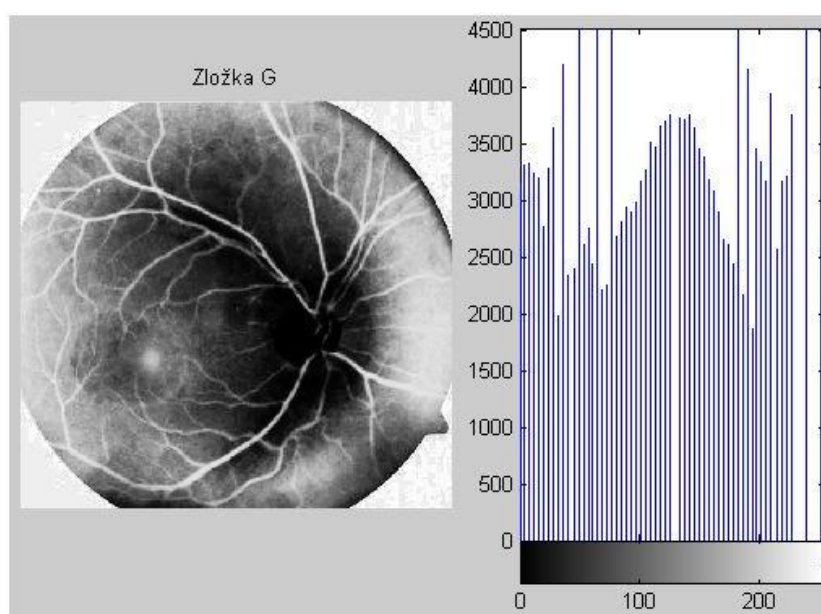
Obrázok 46 vľavo hore: snímka očného pozadia zhotovená fundus kamerou; vpravo hore: R zložka; vľavo dole: G zložka vpravo dole: B zložka

Symptómy:

- bledá škvrna v oblasti makuly značí prítomnosť nahromadenej tekutiny



Obrázok 47 zložka G a príslušný histogram



Obrázok 48 upravená zložka G a príslušný histogram

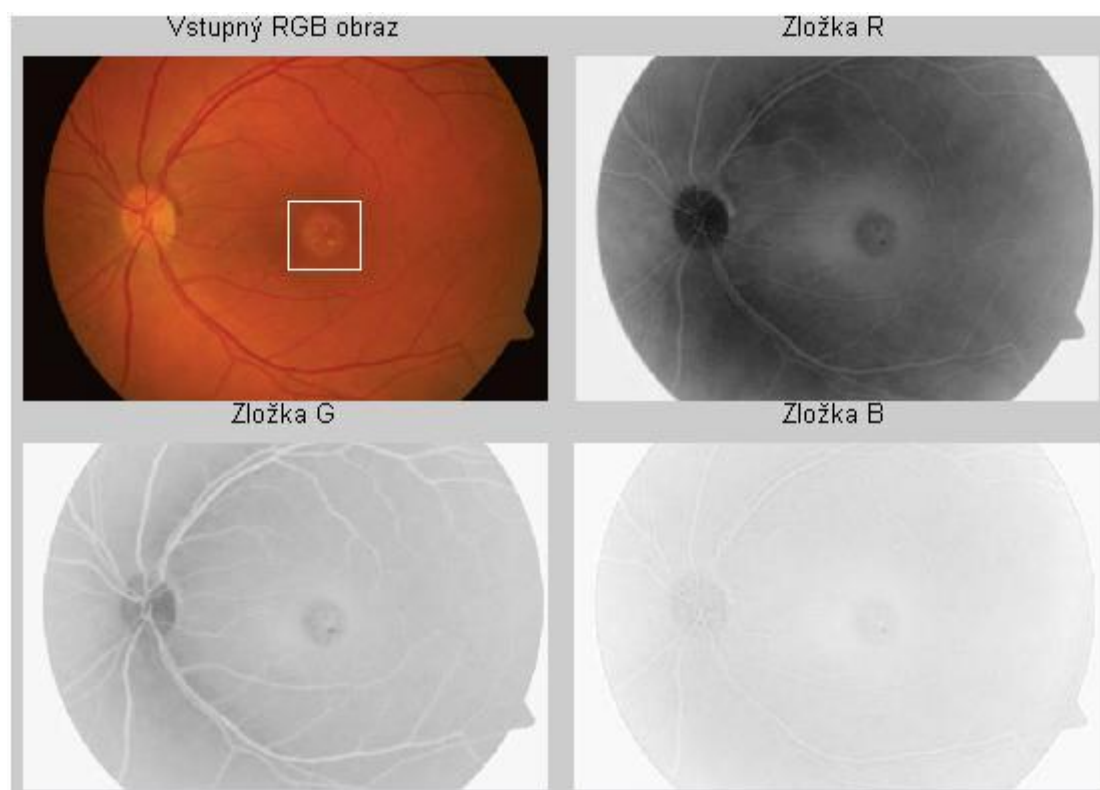
V prípade centrálnej seróznej chorioretinopatie je pôvodná snímka G zložky (obrázok 47) upravená pomocou druhého nástroja vytvoreného v programe MATLAB . Finálna snímka (obrázok 48) je o niečo tmavšia a cievy lepšie viditeľné oproti pôvodnej snímke. Úpravou sa takisto zvýraznila škvrna v oblasti makuly predstavujúca nahromadenú tekutinu.

Zlepšeniu zobrazenia použitím naprogramovaných nástrojov svedčí aj zmena histogramu.

#### 4.14 Viteliformná makulárna degenerácia

Toto dedičné ochorenie makuly, ktoré sa prejavuje prevažne až vo vyššom veku, je charakteristické zmenou pigmentácie v jej okolí a vznikom žltých lézií. Tie môžu mať rôzne odtiene od svetložltej až po sýtožltú v závislosti od množstva prítomného žltého pigmentu. V počiatočnej fáze ochorenia dochádza iba k miernej poruche zraku [2].

Na snímke z fundus kamery (obrázok 49) sú viditeľné žlté ložiská, ktoré sú približne rozšírené na ploche v tvare kruhu.

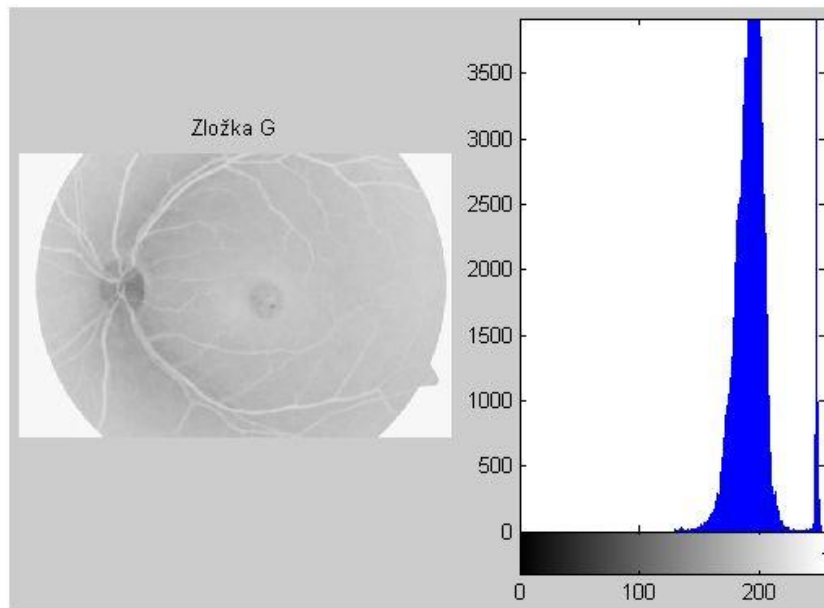


Obrázok 49 vľavo hore: snímka očného pozadia zhotovená fundus kamerou; vpravo hore: R zložka; vľavo dole: G zložka vpravo dole: B zložka

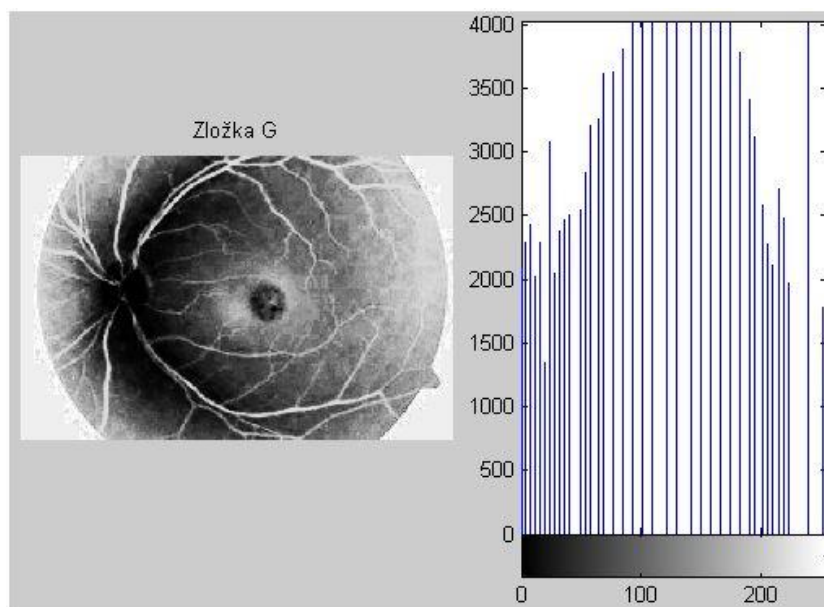
Symptómy:

- drobné škvrny v oblasti makuly usporiadané v približnom kruhu





Obrázok 50 zložka G a príslušný histogram



Obrázok 51 upravená zložka G a príslušný histogram

Na predchádzajúcich obrázkoch je zobrazená zložka G snímky očného pozadia pred (obrázok 50) a po úprave (obrázok 51) pomocou nástroja vytvoreného v programe MATLAB. V tomto prípade bol použitý druhý nástroj, ktorý zvyšuje kontrast snímky ekvalizáciou histogramu. Na upravenom obrázku sú symptómy ochorenia lepšie viditeľné, drobné škvrny tvoriace sa v okolí makuly sú zreteľnejšie.

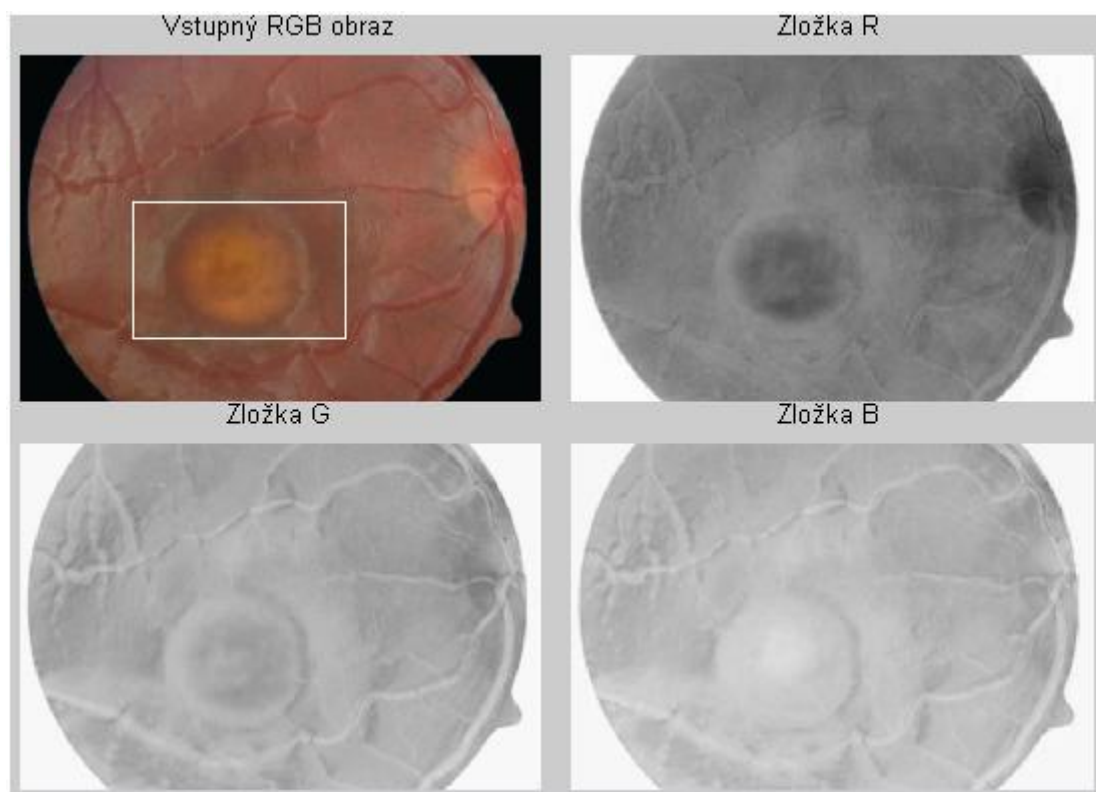
Takisto aj z porovnania histogramov je zrejmé, že v druhom prípade je rozloženie farieb rovnomernejšie a teda aj snímka je pre diagnostiku vhodnejšia.



#### 4.15 Bestova choroba

Toto ochorenie sa nazýva tiež veliformná makulárna dystrofia. Je to dedičné ochorenie vyskytujúce sa jednostranne aj obojstranne. Ochorenie má zvyčajne niekoľko štádií. Platí, že v počiatočných fázach nedochádza k porušeniu zrakovej ostrosti ani iným výrazným subjektívnym príznakom.

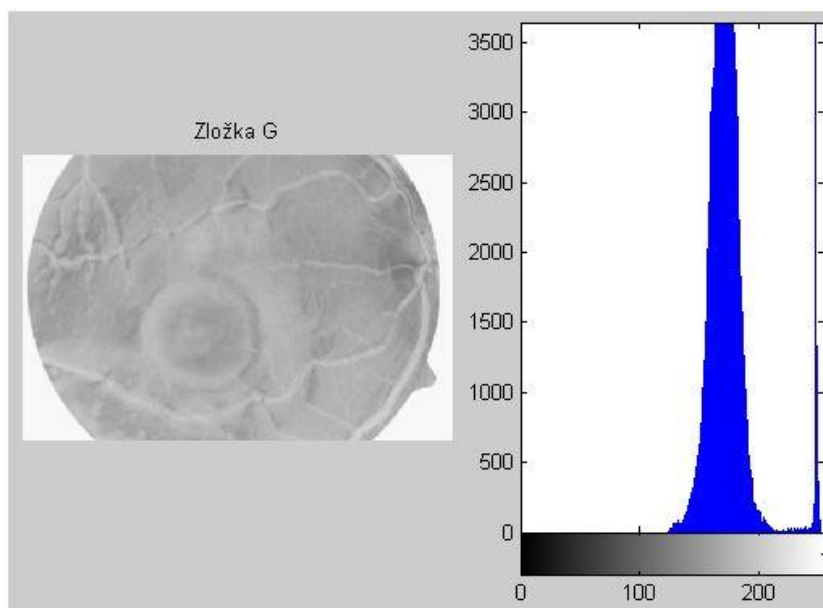
Časom sa objavuje na snímkach očného pozadia v oblasti makuly žltá škvrna pripomínajúca vaječný žltok (obrázok 52). To má na svedomí pigment lipofuscín hromadiaci sa v tejto oblasti a ktorý sa časom môže rozšíriť až do subretinálneho priestoru. Na očnom pozadí sa neskôr okrem žltej hmoty tvoria aj zjazvenia [2]. Na snímkach sú jasne viditeľné žltó-oranžové lézie v oblasti makuly.



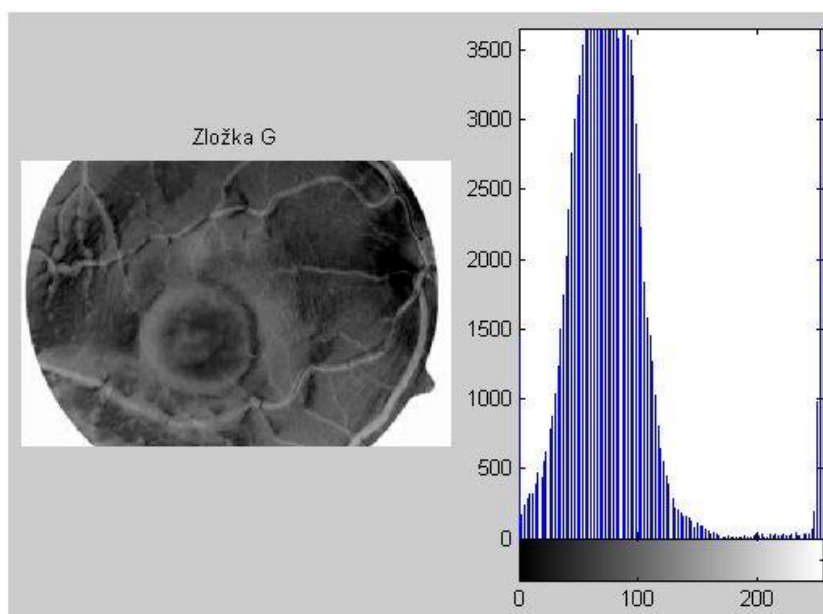
Obrázok 52 vľavo hore: snímka očného pozadia zhotovená fundus kamerou; vpravo hore: R zložka; vľavo dole: G zložka vpravo dole: B zložka

Symptómy:

- škvrny v okolí makuly (pri farebných snímkach oranžové)



Obrázok 53 zložka G a príslušný histogram



Obrázok 54 upravená zložka G a príslušný histogram

Na úpravu pôvodnej snímky zachytávajúcej sietnicu postihnutú Bestovou chorobou (obrázok 53) bol použitý nástroj č. 3. Touto úpravou obrázka je možné dosiahnuť zvýraznenie veľkej okrúhlej škvrny v oblasti makuly, ktorá je príznakom tohto ochorenia. Upravená snímka (obrázok 54) je podstatne tmavšia než pôvodná a škvrna okolo makuly je mierne svetlejšia.

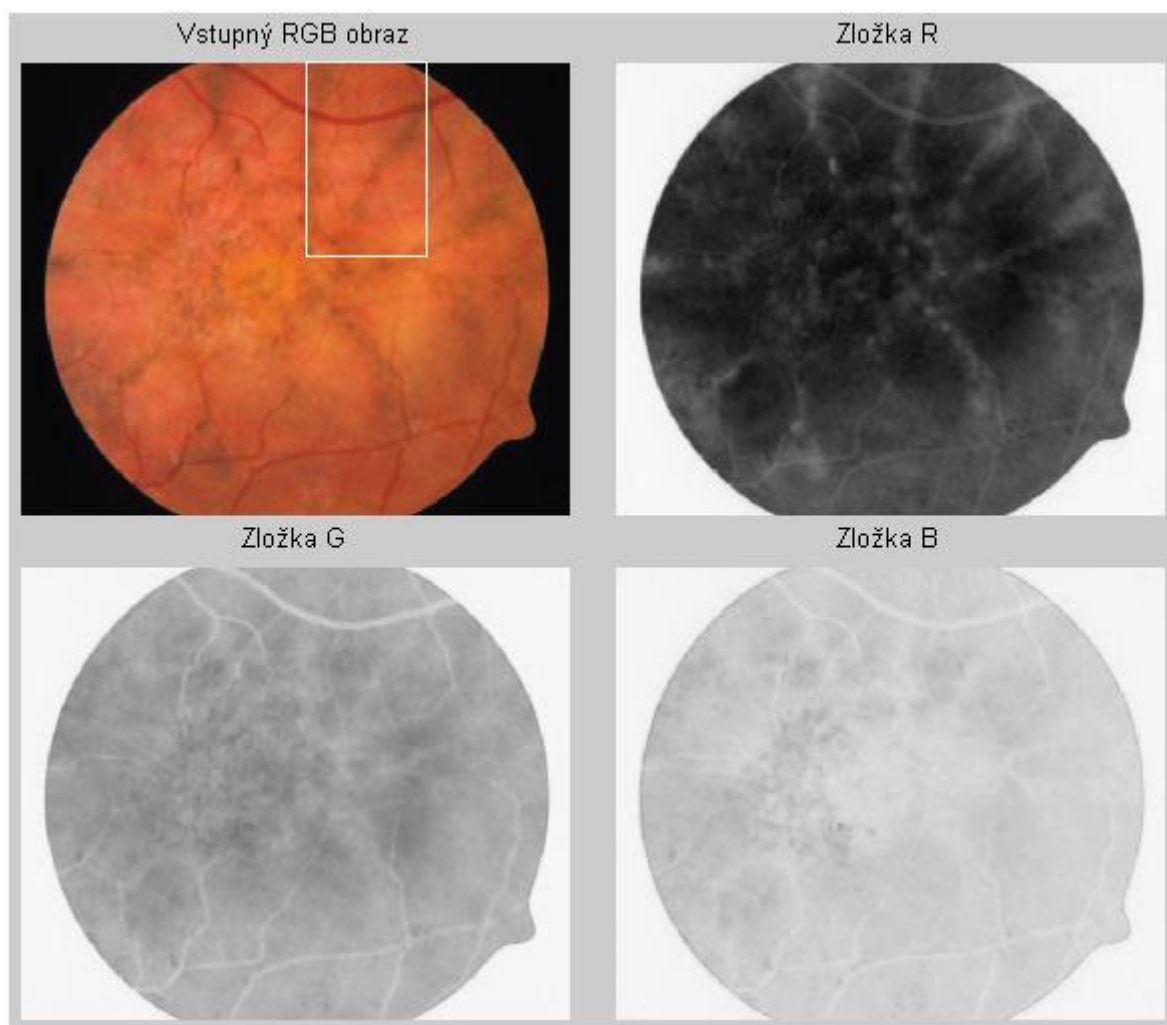
Z porovnania histogramov je takisto zjavné, že pri úprave obrázka došlo okrem iného k jeho stmaveniu.

#### 4.16 Pattern dystrophy

Tento typ dystrofie postihujúci pigmentový epitel sietnice je veľmi vzácnym dedičným ochorením, ktoré sa zväčša prejavuje v polovici života. Obvykle táto choroba nemá žiaden alebo len minimálny dopad na ostrosť videnia.

Na snímke získanej pomocou fundus kamery (obrázok 55) sa ochorenie prejavuje pigmentovanými radiálne usporiadanými čiarami tvoriacimi obraz pripomínajúci motýľa. Tieto čiary môžu byť žltej, oranžovej, prípadne sivej farby [2].

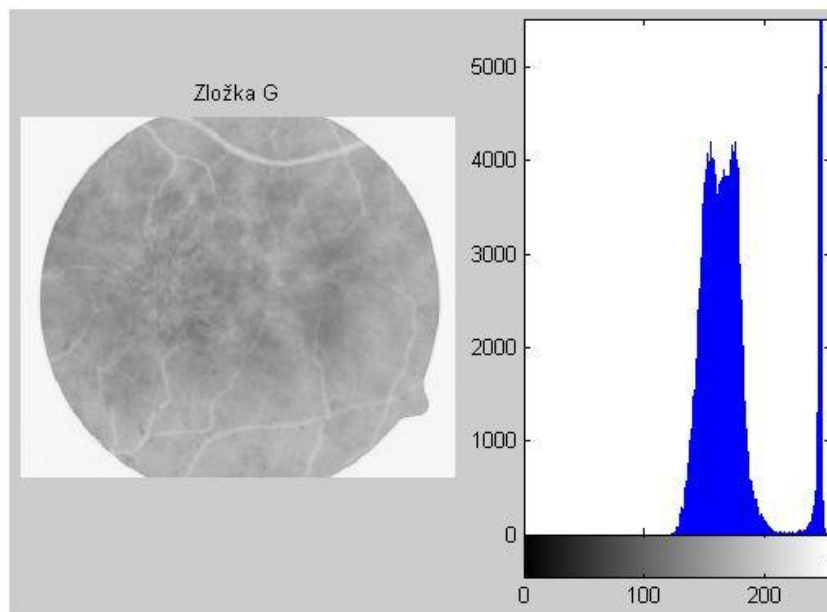
Výnimočne môžeme sledovať lepšiu viditeľnosť symptómov ochorenia na obrázku predstavujúcom R zložku.



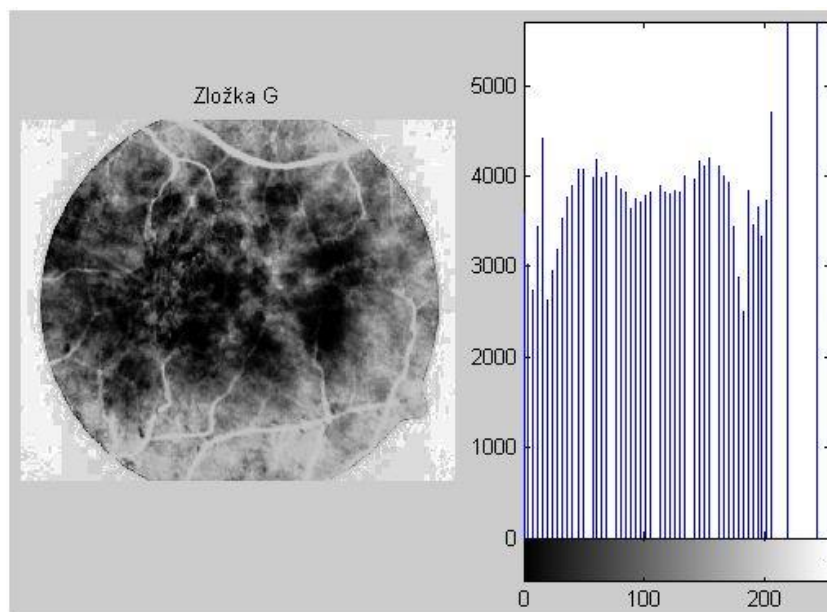
Obrázok 55 vľavo hore: snímka očného pozadia zhotovená fundus kamerou; vpravo hore: R zložka; vľavo dole: G zložka vpravo dole: B zložka

Symptómy:

- zmeny v pigmente spôsobujúce radiálne usporiadané čiary



Obrázok 56 zložka G a príslušný histogram



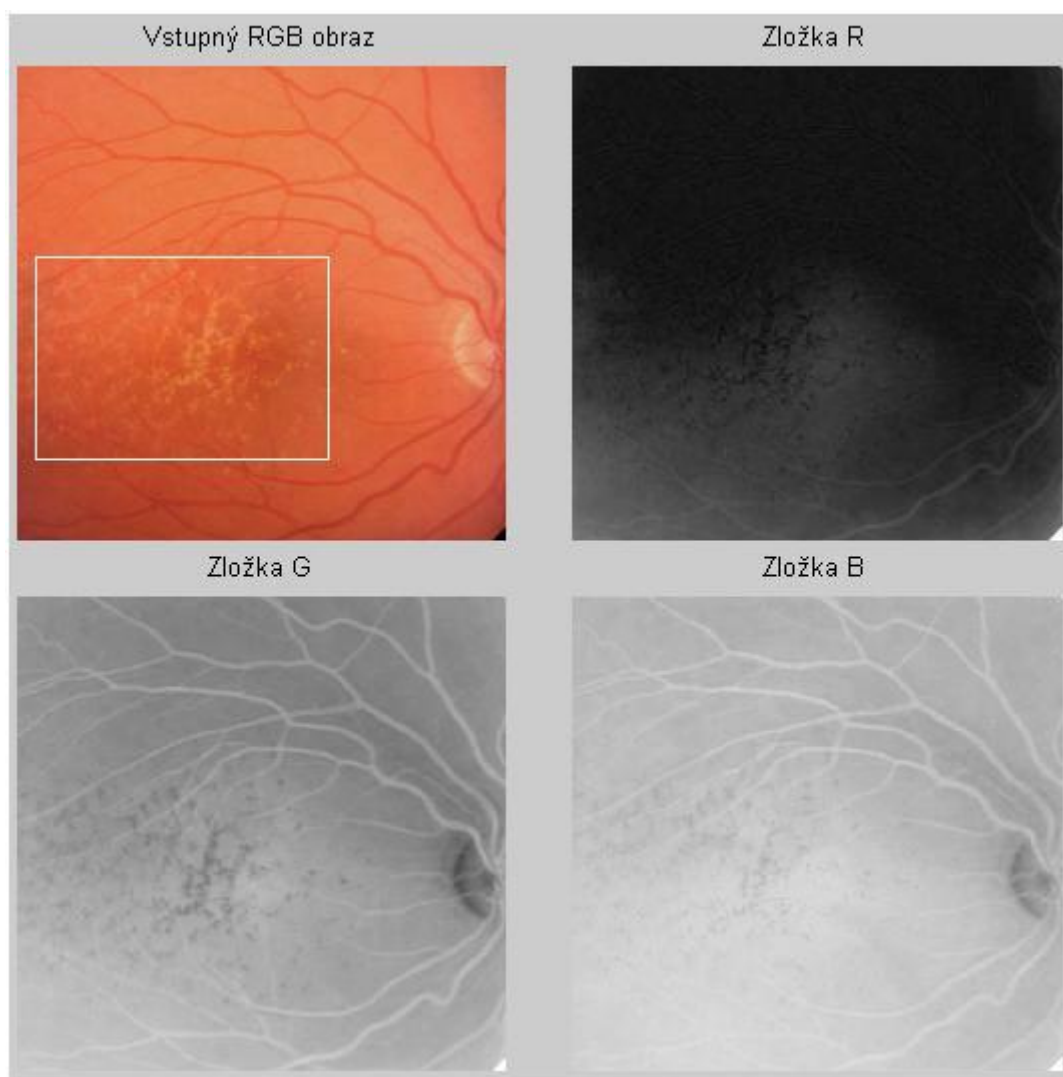
Obrázok 57 upravená zložka G a príslušný histogram

Pri tomto type ochorenia je pre zlepšenie viditeľnosti symptómov na úpravu pôvodnej snímky očného pozadia použitý druhý nástroj, ktorý zvýši kontrast snímky, aby boli symptómy nemoci lepšie viditeľné. Na pôvodnej snímke (obrázok 56) sú radiálne usporiadané lézie. Upravená snímka (obrázok 57) je tmavšia, lézie sú zosvetlené a je možné ich tak jednoduchšie identifikovať.

Zlepšenie štruktúry obrázku pre diagnostiku je zrejmé aj z histogramov. Druhý histogram má omnoho rovnomernejšie zastúpenie jednotlivých farebných rozsahov.

#### 4.17 „Drusen“

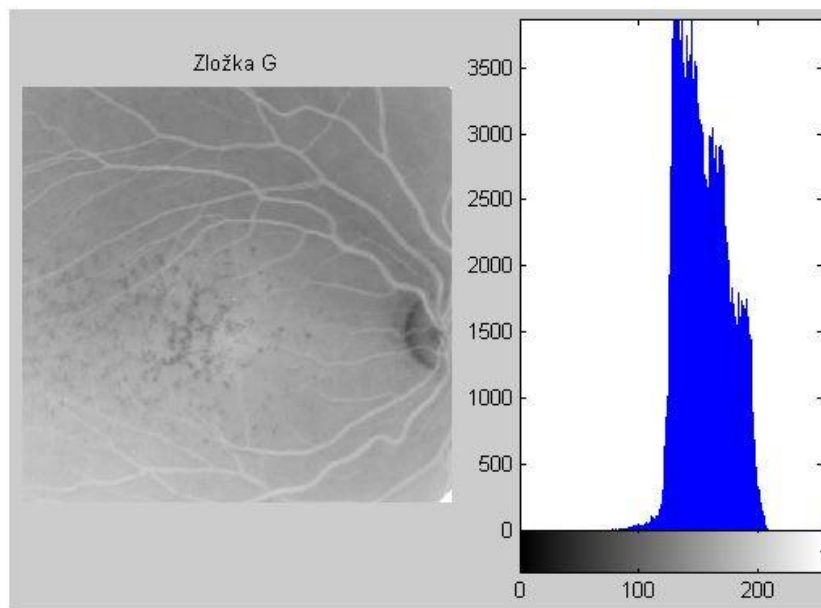
Pojmom „drusen“ sa označujú do malých zhlukov nahromadené bielkoviny a tuky na očnom pozadí. Vyskytujú sa obyčajne symetricky na oboch očiach predovšetkým u osôb nad 60 rokov. Toto ochorenie má niekoľko stupňov závažnosti. Podľa toho sa prejavujú ich príznaky, ako napríklad poruchy zrakovej ostrosti, zlé rozlišovanie farieb, zlé prispôbovanie sa tme [2]. Na snímke zhotovenej fundus kamerou (obrázok 58) sa „drusen“ prejavujú pokrytím rôzne veľkých plôch očného pozadia malými škvrnami tvorenými bielkovinami a tukmi.



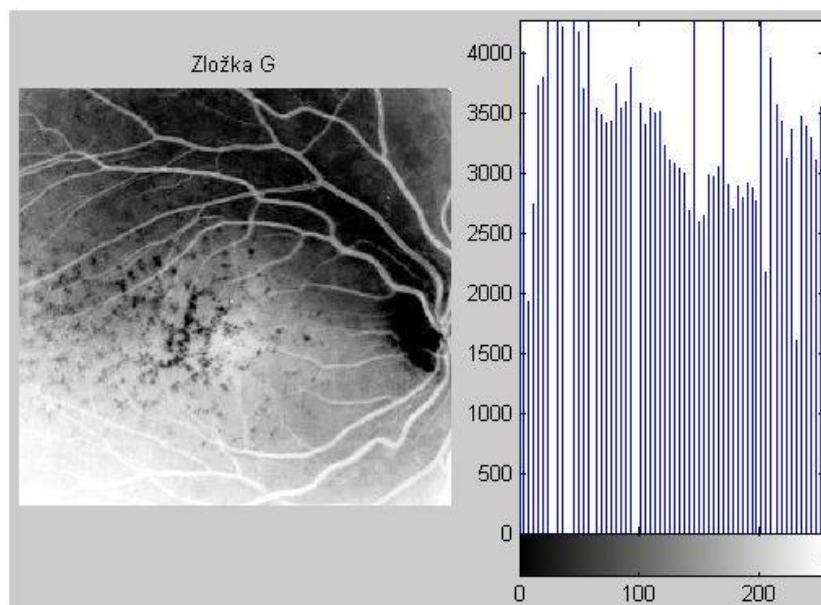
Obrázok 58 vľavo hore: snímka očného pozadia zhotovená fundus kamerou; vpravo hore: R zložka; vľavo dole: G zložka vpravo dole: B zložka

Symptómy:

- husté zhluky škvŕn tvorené z nahromadených tukov a bielkovín



Obrázok 59 zložka G a príslušný histogram



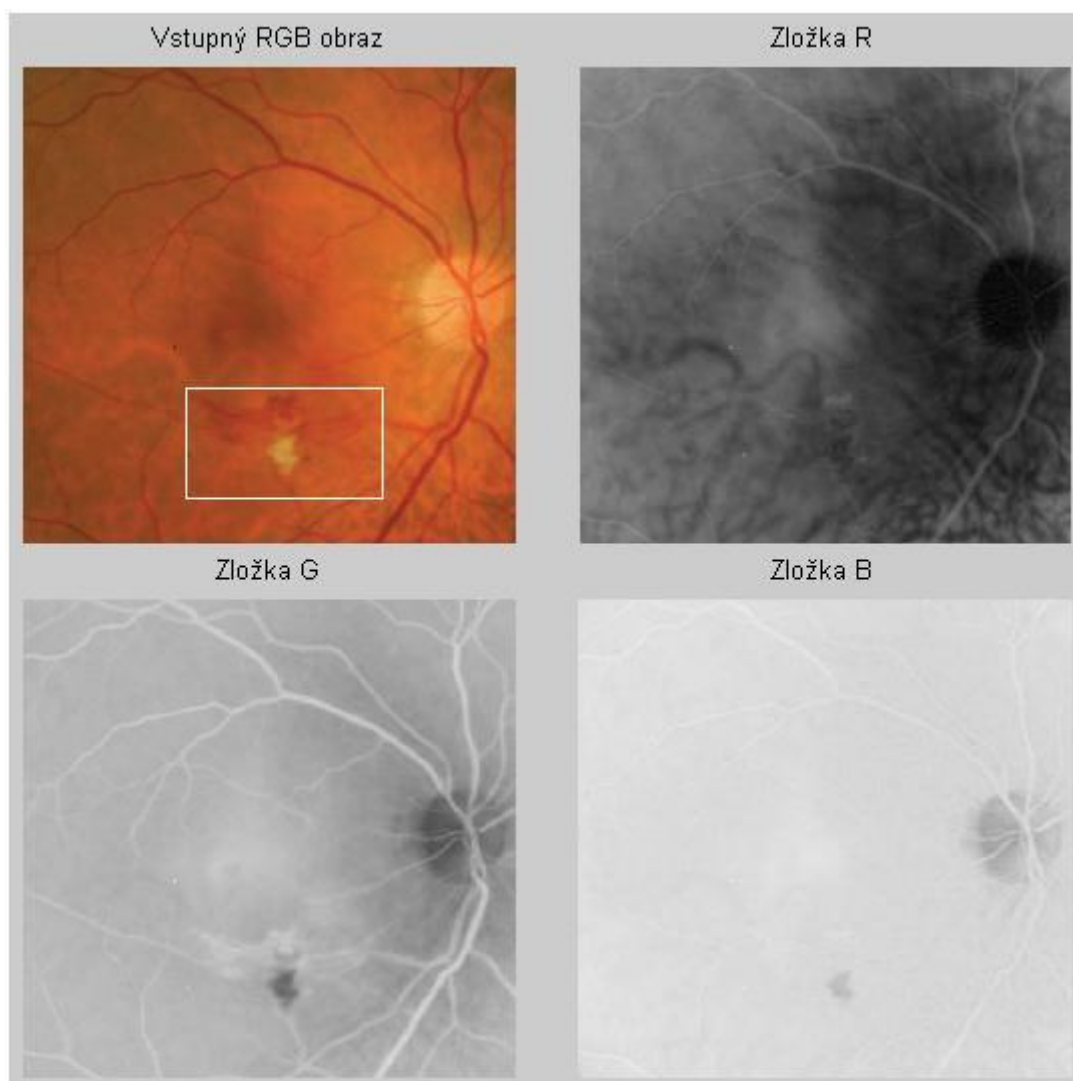
Obrázok 60 upravená zložka G a príslušný histogram

V prípade ochorenia „Drusen“ je pôvodný obrázok G zložky (obrázok 59) upravený pomocou nástoja zvyšujúceho kontrast ekvalizáciou histogramu. Upravená snímka (obrázok 60) je tmavšia a cievy o niečo viac svetlejšie. Úprava snímky spôsobí zvýraznenie zhlukov škvrn, ktoré sú tmavšie a jednoduchšie diagnostikovateľné.



#### 4.18 Makroaneuryzmy na sietnici

Toto ochorenie vo väčšine prípadov vzniká u starších žien trpiacich hypertenziou. Dochádza pri ňom k rozšíreniu veľkej tepny sietnice. Následne môže nastať vznik edému, výpotkov (obrázok 61), v horších prípadoch až krvácanie [2].

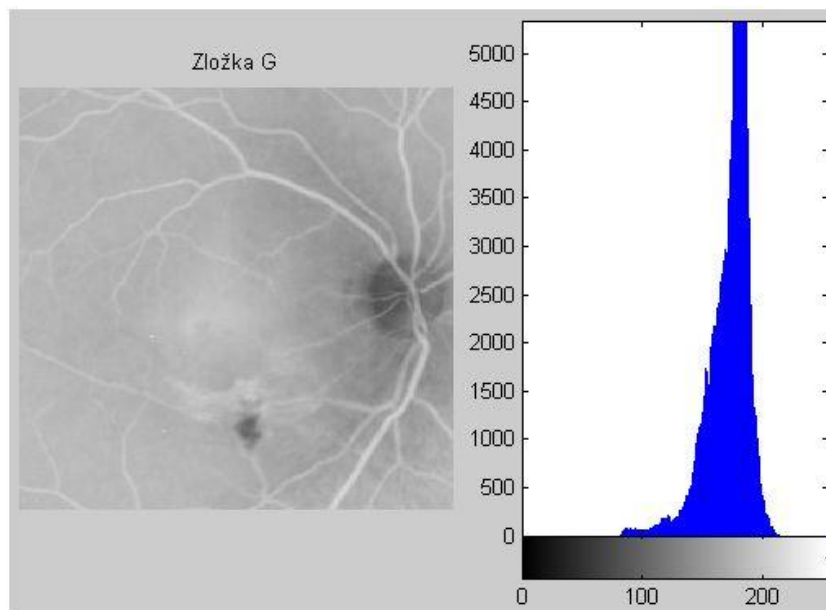


Obrázok 61 vľavo hore: snímka očného pozadia zhotovená fundus kamerou; vpravo hore: R zložka; vľavo dole: G zložka vpravo dole: B zložka

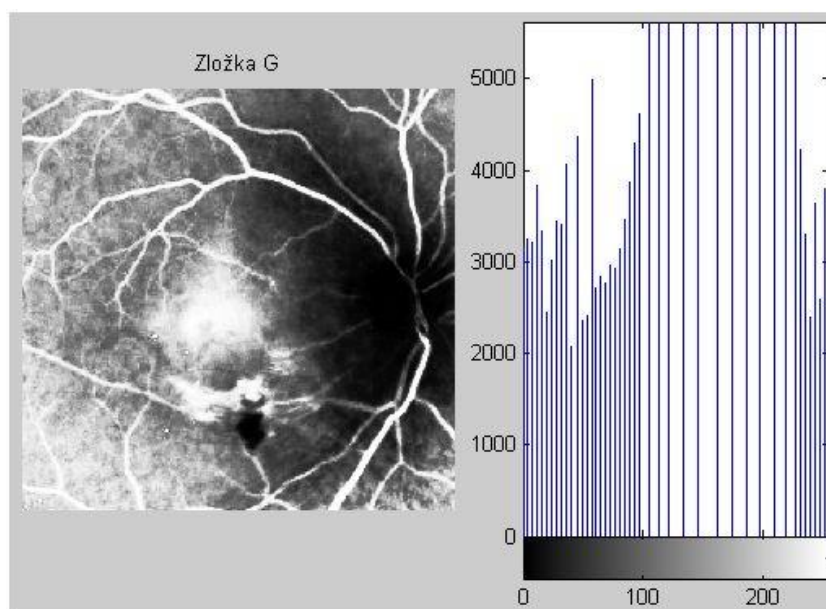
Symptómy:

- dilatovaná tepna
- možné tiež viditeľné výpotky v podobe bielych chumáčikov (obrázok 22)





Obrázok 62 zložka G a príslušný histogram



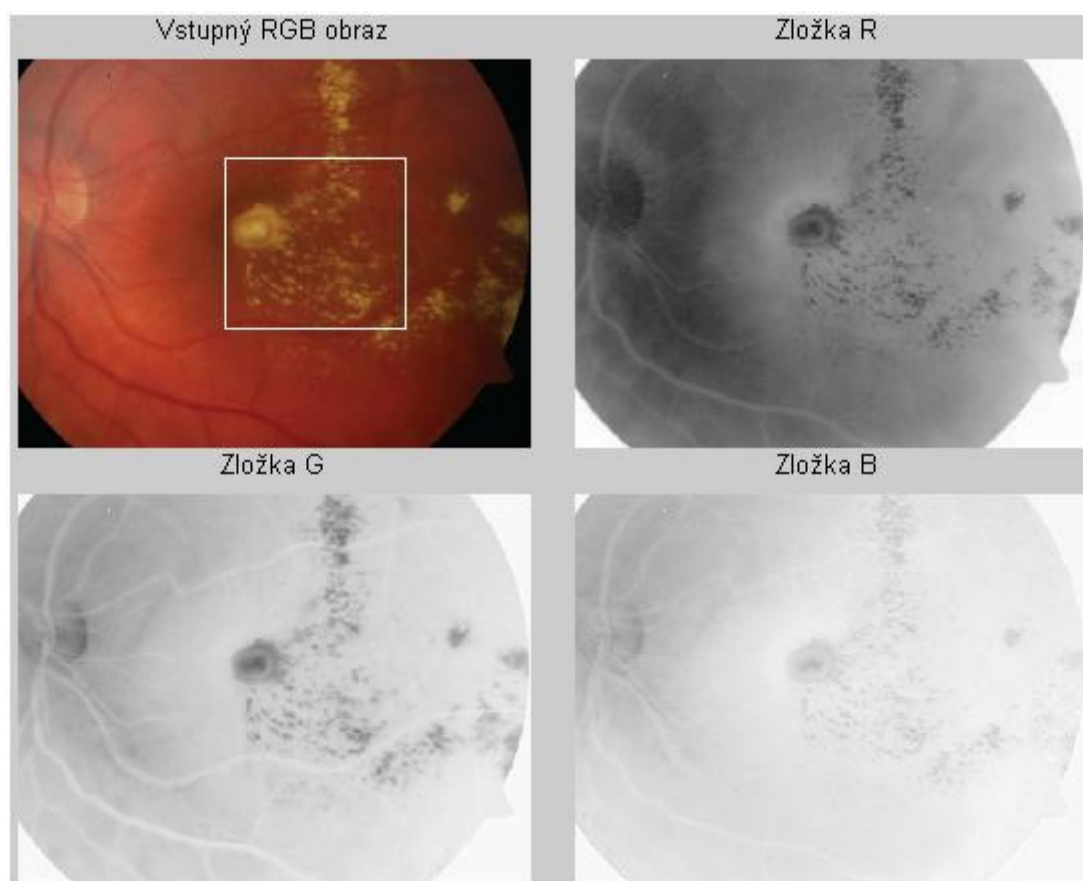
Obrázok 63 upravená zložka G a príslušný histogram

V tomto prípade obrázky znázorňujú zložku G pred (obrázok 62) a po úprave snímky (obrázok 63) použitím nástroja č. 2, ktorý symptómy lepšie zdôrazní. Na upravenom obrázku sú zreteľnejšie „chumáčiky“ v okolí makuly príznačné pre tento stav očného pozadia. Dobře viditeľné je aj postihnuté miesto tepny.

Zlepšenie štruktúry obrázku pre diagnostiku je zrejmé aj z histogramov. Druhý histogram má omnoho rovnomernejšie zastúpenie jednotlivých farebných rozsahov.

#### 4.19 Coatsova choroba

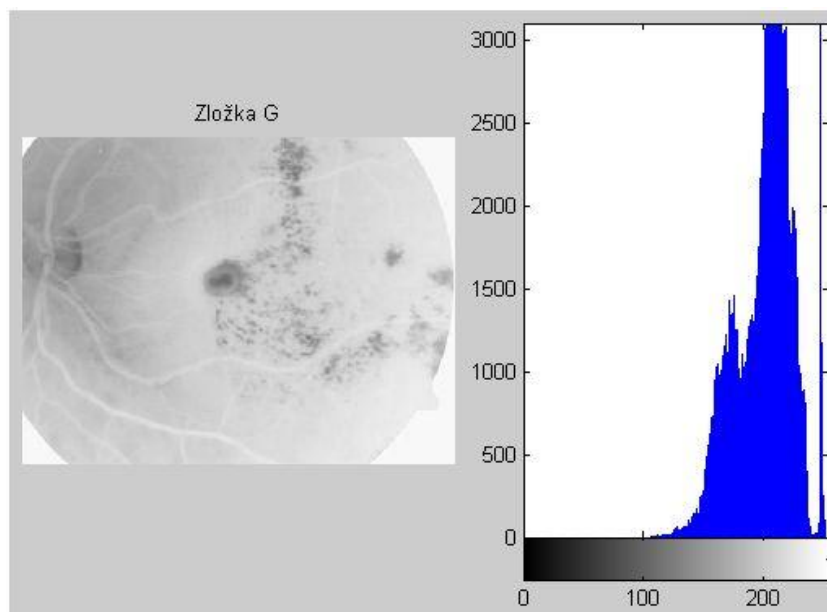
Toto ochorenie sa vyskytuje prevažne u malých chlapcov vo veku 5 – 10 rokov. Coatsova choroba spočíva v nadmernej priepustnosti kapilár a tvorbe výpotkov. Prejavom ochorenia sú žltó sfarbené exsudáty, v niektorých prípadoch aj škvrny predstavujúce krvácanie. Častý je vznik mikroaneurizmát [2]. Na snímke zhotovenej pomocou fundus kamery (obrázok 64) sú viditeľné škvrny predstavujúce vzniknuté exsudáty.



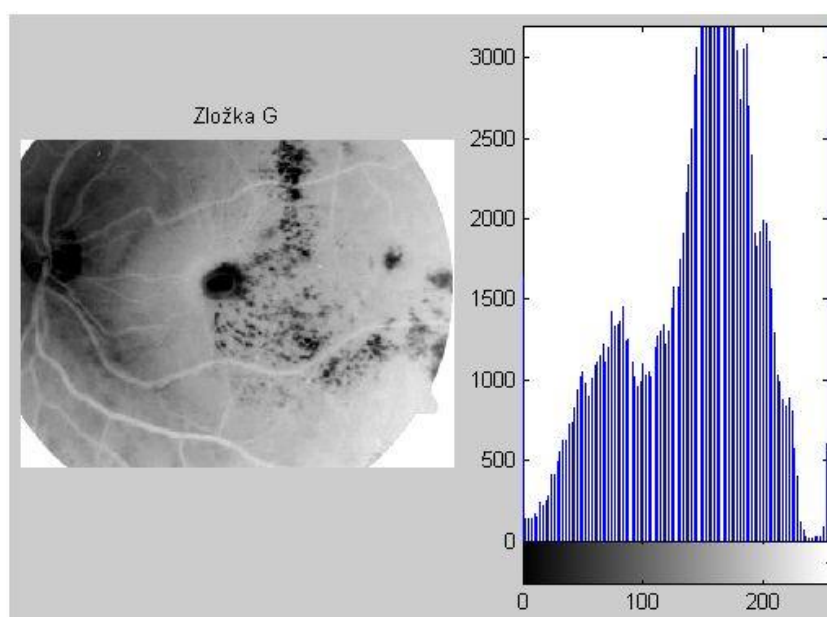
Obrázok 64 vľavo hore: snímka očného pozadia zhotovená fundus kamerou; vpravo hore: R zložka; vľavo dole: G zložka vpravo dole: B zložka

Symptómy:

- škvrny predstavujúce výpotky, prípadne krvácanie
- malé aneuryzmy



Obrázok 65 zložka G a príslušný histogram



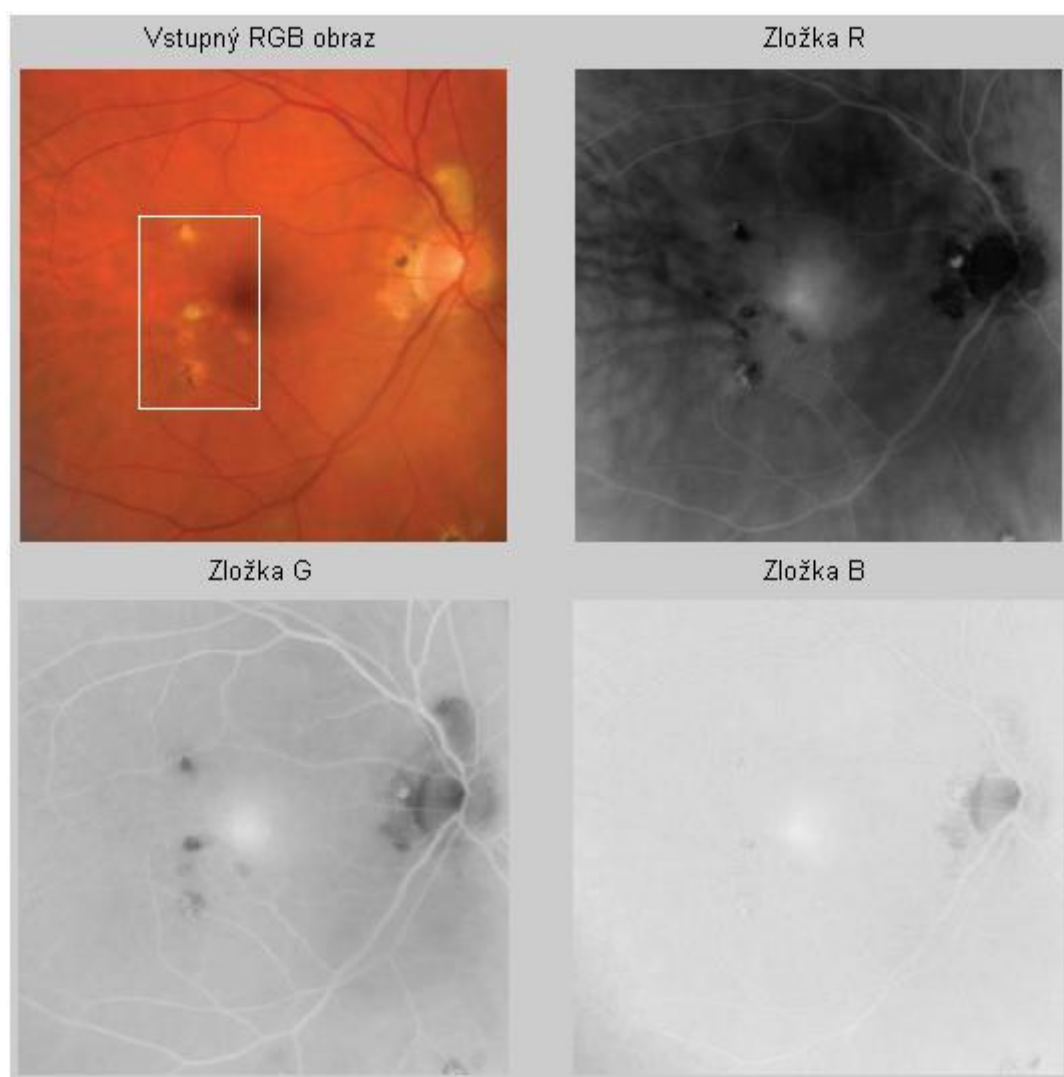
Obrázok 66 upravená zložka G a príslušný histogram

Pri Coatsovej chorobe je pre zlepšenie viditeľnosti symptómov na úpravu pôvodnej snímky očného pozadia použitý nástroj zvyšujúci kontrast. Na pôvodnej snímke (obrázok 65) sú škvrnky predstavujúce výpotky pomerne viditeľné, avšak upravená snímka ich zobrazuje lepšie. Snímka (obrázok 66) zobrazuje svetlejšie cievne riečisko a naopak tmavší optický disk a predovšetkým vzniknuté lézie, ktoré sa tak dajú jednoduchšie identifikovať.

Zlepšenie štruktúry obrázku pre diagnostiku je zrejmé aj z histogramov.

#### 4.20 Syndróm okulárnej histoplazmózy

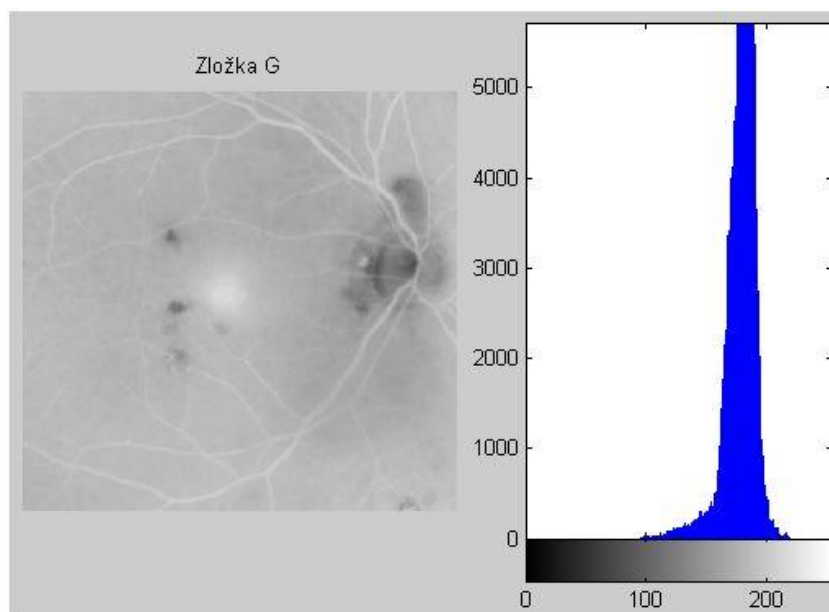
Histoplazmóza ako taká je hubové ochorenie spôsobené vdýchnutím spór huby *Histoplasma capsulatum*. Akútna forma tejto nemoci sa prejavuje podobne ako chrípka, postihuje predovšetkým pľúca, ale oči nie. Huba spôsobujúca syndróm okulárnej histoplazmózy sa vyskytuje hlavne v Spojených štátoch a preto je ťažké diagnostikovať ju u pacientov mimo USA [2]. Na snímke očného pozadia (obrázok 67) sú viditeľné okrúhle biele škvrny. Prejavy zápalu nie sú prítomné.



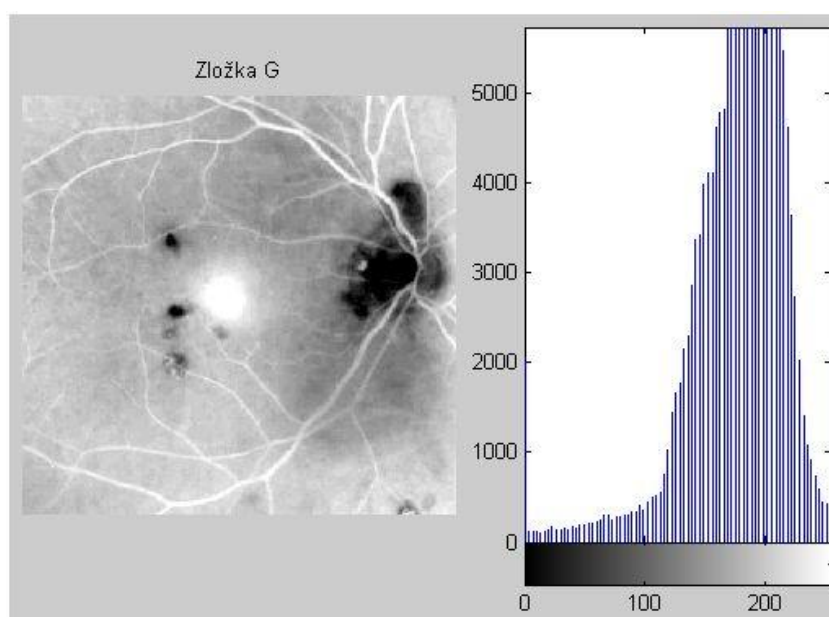
Obrázok 67 vľavo hore: snímka očného pozadia zhotovená fundus kamerou; vpravo hore: R zložka; vľavo dole: G zložka vpravo dole: B zložka

Symptómy:

- okrúhle biele škvrny



Obrázok 68 zložka G a príslušný histogram



Obrázok 69 upravená zložka G a príslušný histogram

V prípade tohto syndrómu je pôvodný obrázok G zložky (obrázok 68) upravený pomocou nástoja, ktorý symptómy nemoci zvýrazní pre ich jednoduchšiu diagnostiku. Na upravenej snímke (obrázok 69) sú viditeľnejšie cievy a predovšetkým škvrny, ktoré sú príznakmi tohto ochorenia. Na pôvodnej snímke takmer splývajú s okolím a na upravenej snímke sú naopak výrazne tmavé a dobre ohraničené. Takouto úpravou obrázku je teda jednoduchšie tento syndróm diagnostikovať.

# Záver

Cieľom tejto bakalárskej práce je popis princípu snímania očného pozadia pomocou fundus kamery, vytvorenie zoznamu niektorých chorôb, ktoré možno z vytvorených snímok diagnostikovať a následné prehľadné vypísanie symptómov týchto ochorení doplnené o snímky fundu.

Snímky očného pozadia sú ďalej rozdelené na jednotlivé RGB zložky, k čomu bol použitý skript vytvorený v programe MATLAB. Z takto rozložených snímok je zrejmé, že pre najvýraznejšie zobrazenie patologických zmien na očnom pozadí je najvhodnejšia zložka G (green) a to predovšetkým u ochorení, ktorých prejavom je krvácanie, výpotky alebo cievne zmeny. V niektorých prípadoch, kedy ide zväčša o ochorenia spôsobujúce zmenu pigmentu, slúži pre dobré zobrazenie aj R (red) zložka. Zložka B (blue) je vo väčšine v tejto práci spomínaných prípadoch nevhodná pre ďalšie spracovanie.

Po rozložení snímok na zložky RGB sú snímky upravované nástrojmi vytvorenými v programe MATLAB s cieľom dosiahnuť čo najlepšie zvýraznenie symptómov charakterizujúcich dané ochorenie očného pozadia. Pre úpravu boli zvolené snímky zobrazujúce G zložku vďaka tomu, že symptómy sú na týchto snímkach vo väčšine prípadov najzreteľnejšie. Každá upravená snímka a jej histogram je porovnaná s pôvodnou snímkou G zložky a následne vybraná tá, na ktorej sú symptómy jednoduchšie identifikovateľné. Obrázky sú upravované pomocou štyroch nástrojov. Zo snímok pri každej nemoci je evidentné, že pri veľkom percente ochorení bol použitý predovšetkým nástroj č. 2 a nástroj č. 3. Z porovnania toho, ktoré nástroj bol vhodnejší pri ktorých príznakoch nemoci, je možné zovšeobecniť použitie daných nástrojov. Konkrétne prvý nástroj bol použitý len v niekoľko málo prípadoch ochorení prejavujúcich sa výpotkami a inými škvrnami. Tento nástroj slúži skôr k zväčšeniu kontrastu pôvodnej snímky. Druhý nástroj bol vhodnejší pri širokej škále ochorení so zmenami pigmentácie a takisto pri nádorových ochoreniach. Tretí nástroj veľmi dobre zvýraznil krvné riečisko a preto bol zvolený predovšetkým pri nemociach, ktorých symptómom je okrem iného neovaskularizácia, prípadne opláštenie ciev, či v niekoľkých prípadoch i krvácanie. Posledným nástrojom bol mediánový filter, pri ktorom sa symptómy zreteľnejšie nejavili.

## Použitá literatúra

- [1] Dithmar,S., Holz,F.G.: Fluorescence Angiography in Ophthalmology, Springer Medizin Verlag Heidelberg, 2008. 221s.
- [2] Holz,F.G., Schmitz-Valckenberg,S., Spaide,R.F., Bird,A.C.: Atlas of Fundus Autofluorescence Imaging, Springer Medizin Verlag Heidelberg, 2007. 339s.
- [3] Holz,F.G., Spaide,R.F.: Medical Retina, Springer Berlin Heidelberg NewYork, 2007. 211s.
- [4] Kamil Javorka a kolektív: Lekárska fyziológia, 1.vydanie, Osveta, 2006. 678 s.
- [5] Kozumplík J, Kolář R, Jan J: Číslicové zpracování signálů v prostředí matlab. Brno: FEKT VUT v Brně, 2001.
- [6] [Http://www.videnie.sk](http://www.videnie.sk) [online]. 2010 [cit. 2010-04-24].  
[Http://www.videnie.sk/oko/anatomia-oka](http://www.videnie.sk/oko/anatomia-oka). Dostupné z WWW:  
<<http://www.videnie.sk>>
- [7] [Http://www.bedekerzdravia.sk](http://www.bedekerzdravia.sk) [online]. 2006 [cit. 2010-05-24].  
[Http://www.bedekerzdravia.sk/?main=article&id=65](http://www.bedekerzdravia.sk/?main=article&id=65). Dostupné z WWW:  
<<http://www.bedekerzdravia.sk>>
- [8] [Http://www.netgraphics.sk](http://www.netgraphics.sk) [online]. 1999 [cit. 2010-04-24].  
[Http://www.netgraphics.sk/segmentacia-obrazu](http://www.netgraphics.sk/segmentacia-obrazu). Dostupné z WWW:  
<<http://www.netgraphics.sk> >